



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT – LL1327

VULNERABILITY STUDY OF SEA LEVEL RISE IMPACT ON THE PEOPLE OF SURABAYA COASTAL AREA
(CASE STUDY OF BENOWO – KENJERAN DISTRICT SURABAYA)

RIDHO KUSUMA BUDIARTO
NRP. 4307 100 053

Supervisors

Kriyo Sambodho, ST. M.Eng. Ph.D
Drs. Mahmud Mustain, M.Sc,Ph.D

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR –MO.091336

STUDI KERENTANAN PENDUDUK PESISIR KOTA SURABAYA TERHADAP ANCAMAN *SEA LEVEL RISE*
(STUDI KASUS KECAMATAN BENOWO - KECAMATAN KENJERAN SURABAYA)

RIDHO KUSUMA BUDIARTO

NRP. 4307 100 053

Dosen Pembimbing

Kriyo Sambodho, ST. M.Eng. Ph.D

Drs. Mahmud Mustain, M.Sc,Ph.D

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2011

**STUDI KERENTANAN PENDUDUK PESISIR KOTA SURABAYA
TERHADAP ANCAMAN *SEA LEVEL RISE*
(STUDI KASUS KECAMATAN BENOWO - KECAMATAN KENJERAN
SURABAYA)**

Nama : Ridho Kusuma
NRP : 4307 100 053
Jurusan : Teknik Kelautan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Kriyo Sambodho, ST. M.Eng. Ph.D
Drs. Mahmud Mustain, M.Sc,Ph.D.

ABSTRAK

Pemanasan global (*Global Warming*) memberikan pengaruh pada naiknya permukaan air laut sehingga memberikan dampak serius terhadap wilayah pesisir. Dipredikisi terdapat 30 kota di Indonesia yang berpotensi terkena dampak bencana tersebut, salah satunya adalah Kota Surabaya dimana eksploitasi dan pengembangan kota di kawasan pesisir dilakukan secara besar-besaran. Tugas akhir ini membahas tentang kerentanan penduduk Surabaya terhadap ancaman *sea level rise*, khususnya di wilayah Kecamatan Benowo hingga Kecamatan Kenjeran Surabaya. Daerah studi ini dipilih karena wilayah tersebut merupakan fokus pengembangan Kota Surabaya dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi. Metode *Vulnerability Index* dan *software ArcGIS* digunakan untuk menganalisa kerentanan yang terjadi di wilayah studi dan kemudian diinterpretasikan dalam bentuk peta sebagai upaya mendapatkan hasil penelitian yang empiris. Berdasarkan hasil analisa, prediksi kenaikan muka air laut di wilayah studi adalah 4,8 mm/tahun dengan indeks kerentanan tertinggi adalah 4.15 berada di Kecamatan Semampir.

Kata kunci : *Global Warming, Sea Level Rise, Vulnerability Index,*

**VULNERABILITY STUDY OF SEA LEVEL RISE (SLR) IMPACT ON THE
PEOPLE OF SURABAYA COASTAL AREA
(CASE STUDY OF BENOWO – KENJERAN DISTRICT SURABAYA)**

Name : Ridho Kusuma
Reg. Number : 4307 100 053
Departement : Teknik Kelautan FTK-ITS
Supervisors : Kriyo Sambodho, ST. M.Eng. Ph.D
Drs. Mahmud Mustain, M.Sc,Ph.D.

ABSTRACT

Global warming causes rising in sea level that potentially gives serious impact on coastal area and its people. From the previous study it has been predicted that around 30 cities in Indonesia will be potentially affected by the effect of SLR. This includes Surabaya where urbanization is concentrated in low land coastal area. This Final Project discusses the vulnerability of Surabaya to the effect of SLR. The discussions are focused on the vulnerability assessment of the people in the area of Kenjeran and Benowo District of Surabaya. Both areas are the focus of development of Surabaya local government and known as area with high population growth rate. Vulnerability Index method and Arc GIS software are used to analyze the vulnerability in the study area and later interpreted in a maps as an attempt to get empirical result. Based on the analyses, the prediction of sea level rise is 4.8 milimeter/year with the highest vulnerability index is 4.15 in Semampir District

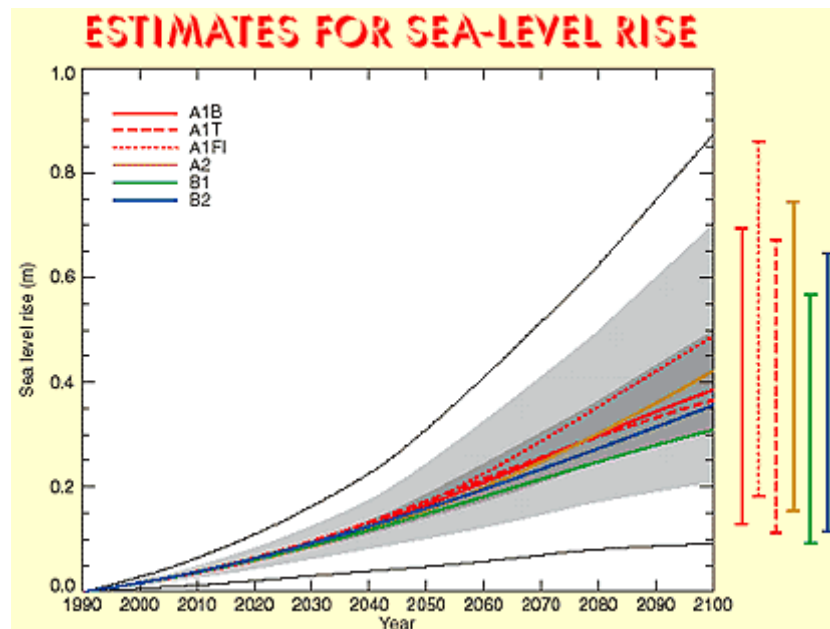
Keywords: Global Warming, Sea Level Rise, Vulnerability Index.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

IPCC (2007) menyatakan sejak tahun 1961 sampai dengan 1993 permukaan laut dunia telah mengalami kenaikan dengan laju rata-rata 1,8 mm/tahun (1,3 – 2,3 mm/tahun). Sejak tahun 1993 sampai dengan 2003 kenaikan permukaan laut rata-rata 3,1 mm/tahun (2,4 – 3,8 mm/tahun). Berdasarkan penelitian yang dilakukan WWF, di Indonesia telah terjadi peningkatan suhu 0,3 °C sejak tahun 1990 dan skenario perubahan iklim yang dilakukan WWF Indonesia dan IPCC melaporkan bahwa suhu di Indonesia akan mengalami kenaikan sebesar 1,3 °C sampai 4,6 °C pada tahun 2100 dengan laju kenaikan 0,1 °C sampai 0,4 °C yang akan meningkatkan kenaikan permukaan laut di Indonesia sebesar 20 – 100 cm dalam 100 tahun. Pemanasan global diperkirakan memberikan pengaruh yang signifikan pada kenaikan muka air laut di abad ke-20 ini.



(Sumber : IPCC,2007)

Gambar 2.1 Proyeksi kenaikan muka air laut pada kurun waktu 100 tahun

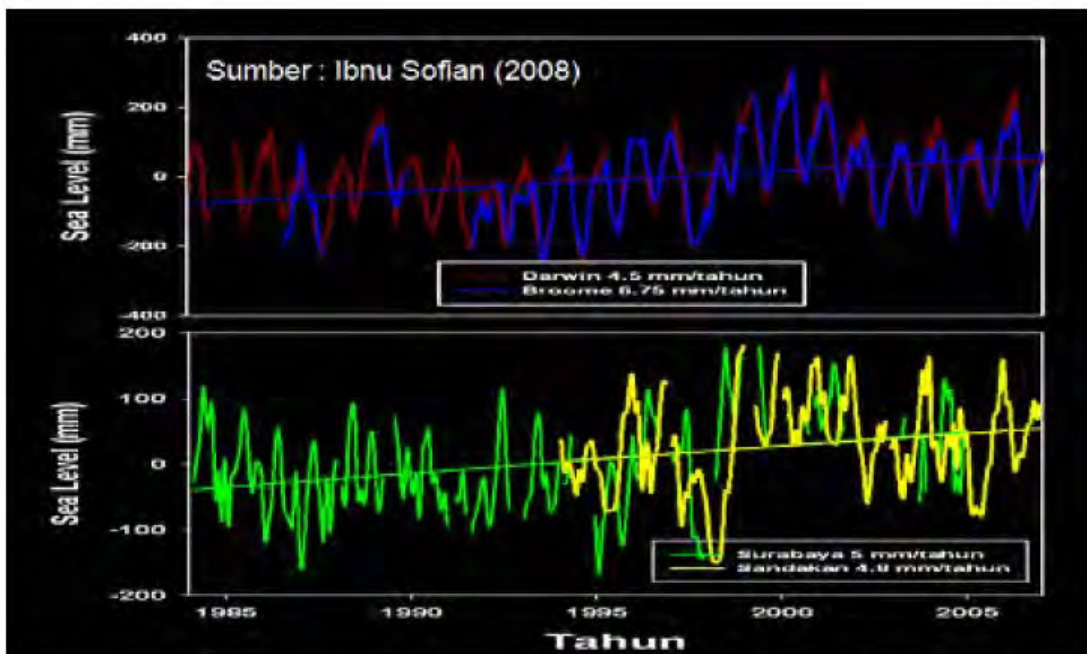
Surabaya merupakan termasuk salah satu kawasan andalan laut dan kota dengan pesisir pantai, dimana Surabaya merupakan kota kedua terbesar setelah Jakarta. Berdasarkan penelitian yang ada kenaikan permukaan laut per tahun di Surabaya sebesar 5,47 mm (Tim Peneliti ITB, 1990).

Tabel 2.1 Ketinggian kenaikan muka air laut di beberapa wilayah di Indonesia

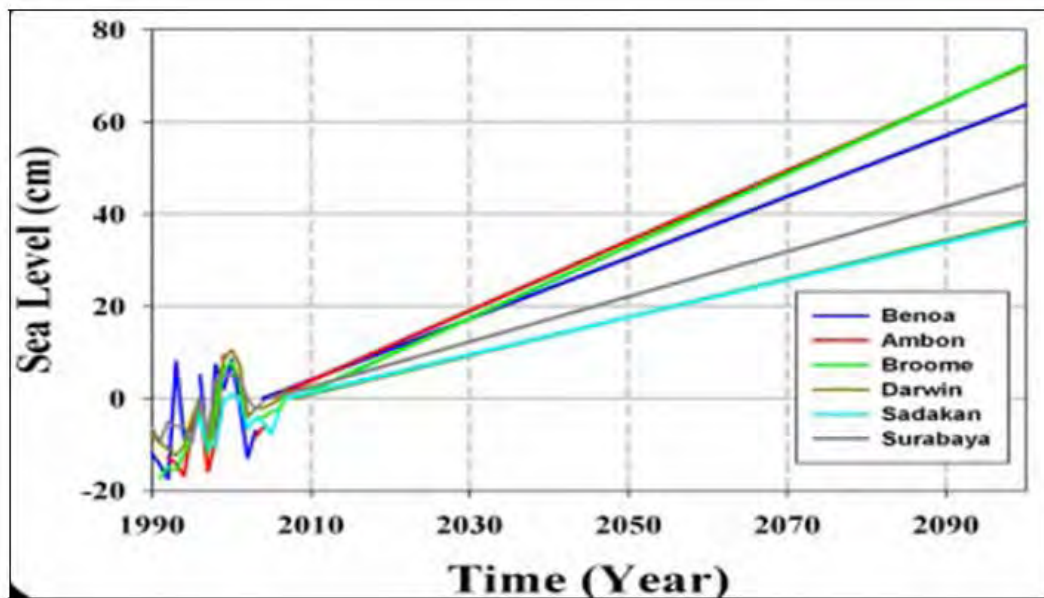
No.	Wilayah	Sea Level Rise (mm/tahun)
1	Belawan	7,83mm/tahun
2	Cilacap	1,3mm/tahun
3	Cirebon	3.8 mm/tahun
4	Jakarta	4,38mm/tahun
5	Kalimantan Timur	3.3 mm/tahun
6	Madura	3.4 mm/tahun
7	Makasar	3.0 mm/tahun
8	Maluku	4.5 mm/tahun
9	Panjang-Lampung	4,15mm/tahun
10	Surabaya	5,47mm/tahun
11	Semarang	9,27mm/tahun

Sumber : (Tim Peneliti ITB, 1990) dan (*workshop proceedings*,2010)

Kemudian dengan menggunakan analisis regresi linier memperlihatkan bahwa kenaikan muka laut Surabaya pada tahun 2100 berkisar 45-50 cm terjadi di Surabaya. Menurut Sofyan (2008), hasil perhitungan proyeksi kenaikan muka laut menggunakan data pasut secara regresi linear dan diekstrapolasi hingga tahun 2100 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

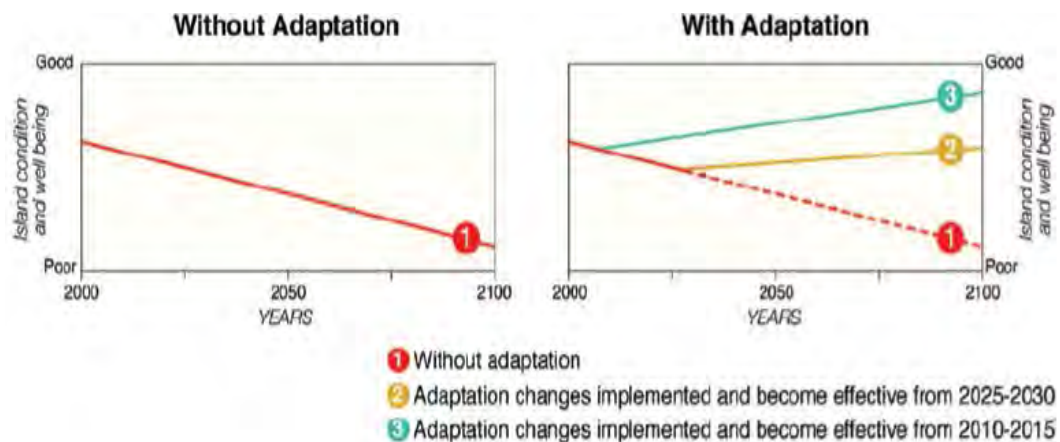


Gambar 2.2 Tren kenaikan muka laut Surabaya dari data pasang surut
(Sofian, 2008)



Gambar 2.3 Proyeksi kenaikan muka laut berdasarkan analisis regresi linear
(Sofian, 2008)

Tiga skenario yang diilustrasikan oleh Harvey dkk (2004), Apabila tanpa adaptasi, kondisi lingkungan dan kesejahteraan manusia cenderung menjadi lebih buruk di masa depan (baris 1). Di sisi lain, apabila terdapat strategi adaptasi yang efektif dilaksanakan secara cepat dan tepat, baik kondisi bio-geofisik dan sosial-ekonomi kesejahteraan semakin baik hasilnya (baris 2 dan 3). Pada UU NO. 27 Tahun 2007 menitik beratkan tindakan yang dapat dilakukan pra bencana yakni tindakan mitigasi bencana. Secara spesifik mitigasi bencana wilayah pesisir yakni upaya untuk mengurangi risiko bencana secara struktur atau fisik melalui pembangunan fisik alami dan atau buatan maupun nonstruktur atau nonfisik melalui peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana di wilayah pesisir dan pulau-pulau Kecil.



Gambar 2.4 Implikasi untuk kondisi pulau dan tingkat kesejahteraan terhadap bencana (Harvey *et al*, 2004)

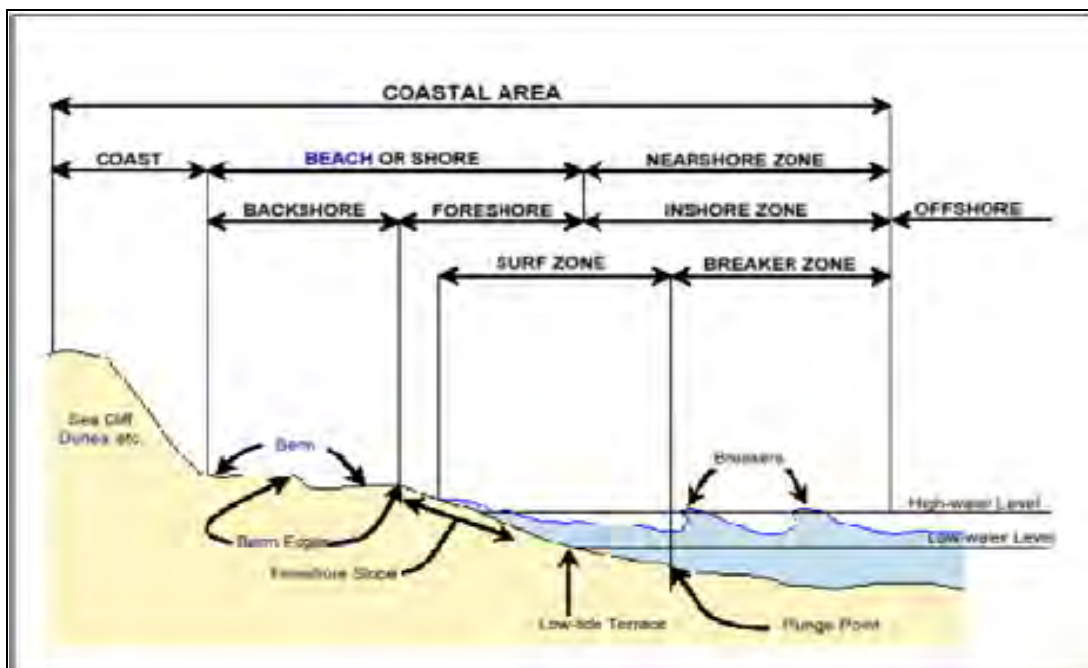
Studi yang bertemakan wilayah pesisir telah banyak dilakukan. Mayoritas penelitian wilayah pesisir yang dilakukan adalah studi tentang manajemen dan potensi wilayah pesisir di sektor pariwisata yang bertujuan untuk menganalisis potensi pariwisata daerah yang di tinjau. Salah satu penelitian mengenai *sea level rise* dilakukan oleh Miladan (2009). Dalam penelitiannya mengkaji tentang kerentanan terhadap perubahan iklim di wilayah pesisir Kota Semarang untuk mengantisipasi rendaman

akibat banjir *rob*, Hal ini menjadi salah satu referensi penulis dalam studi kerentanan wilayah pesisir pantai terhadap ancaman sea level rise di Surabaya. Dalam studinya dibahas adanya perubahan iklim secara global memperparah resiko bencana hidrologi di wilayah pesisir Kota Semarang yang bertujuan untuk menganalisis kerentanan bencana secara spasial dengan menggunakan pendekatan kualitatif.

Meninjau dari tinjauan pustaka yang telah ada, teori penelitian yang dilakukan, serta permasalahan sea level rise di Pulau Jawa yang terus meningkat dan mengancam, penelitian tugas akhir Studi Kerentanan Penduduk Pesisir Kota Surabaya Terhadap Ancaman Sea Level Rise dengan Lokasi Studi Kecamatan Benowo - Kecamatan Kenjeran Surabaya perlu di lakukan. Metode index kerentanan dan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* digunakan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang rentan terhadap kenaikan muka air laut.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Wilayah Pesisir



Gambar.2.5 Batas batas wilayah pesisir

Wilayah pesisir menurut Bengen (2001), didefinisikan sebagai wilayah daratan yang berbatasan dengan lautan. Batas daratannya meliputi bagian daratan yang masih tergenang maupun yang tidak tergenang air laut tetapi masih dipengaruhi oleh proses proses laut, seperti pasang surut, angin laut, dan intrusi garam.

Wilayah pesisir bersifat dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Wiryawan (2002), menyatakan terdapat empat kelompok faktor alami yang menjadikan kawasan pesisir begitu dinamis sehingga menyebabkan terjadinya perubahan wilayah pesisir.

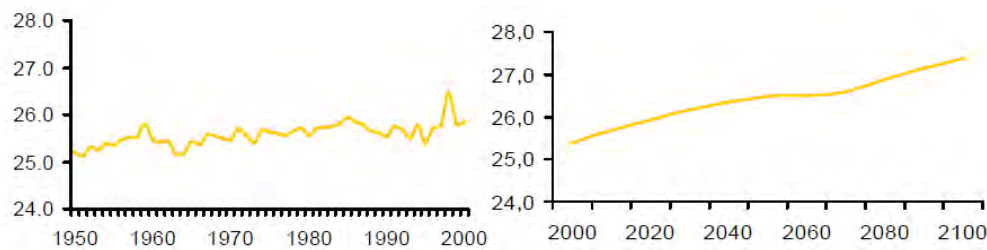
Menurut Dahuri (2001), permasalahan wilayah pesisir yang dihadapi terkait dengan kerusakan lingkungan pesisir wilayah pesisir di Indonesia diantaranya seperti pencemaran lingkungan, degradasi/kerusakan fisik habitat, eksploitasi sumber daya secara berlebihan, pembangunan yang mengabaikan lingkungan, Pemanfaatan ruang pesisir secara besar besaran, Abrasi pantai, Bencana alam.

Bencana alam merupakan fenomena alami yang secara langsung maupun tidak langsung berdampak negatif bagi lingkungan pesisir. Bencana yang paling sering terjadi dan membutuhkan perhatian khusus adalah kenaikan muka air laut (*sea level rise*) dan gelombang pasang tsunami.

2.2.2 Pemanasan Global

Pemanasan global pada dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca. Pemanasan global yang terjadi menyebabkan kenaikan suhu permukaan laut yang mengakibatkan terjadinya pemuain massa air laut. Selain itu pemanasan global menyebabkan es di kutub utara dan di kutub selatan mencair sehingga menyebabkan naiknya permukaan air laut.

Lingkungan pantai dan pesisirnya merupakan daerah yang sangat rentan terhadap pengaruh aktivitas penduduk dan kondisi alam terutama naiknya tinggi muka air laut. Hampir setengah populasi penduduk dunia menempati daerah pantai sampai 100 kilometer dari garis pantai. Hal ini menyebabkan terjadinya kerawanan yang serius terhadap naiknya tinggi muka air laut akibat *global warming*.



Gambar 2.6 Perubahan Temperatur di Indonesia untuk tahun 1950 – 2100

(Susandi, 2004)

Banyak ahli oseanografi berargumentasi bahwa *global warming* mempunyai kaitan yang erat dengan semakin tingginya frekuensi *El Niño* dan *La Niña* (Timmermann et. Al. 1999 dan Timmerman, 2000). Hasil analisis *wavelet* menunjukkan bahwa frekuensi terjadinya ENSO (*El Niño Southern Oscillation*, *El Niño* dan *La Niña*), meningkat sejak tahun 1970, terutama sejak tahun 1993 sampai sekarang. Sebagai tambahan, pada waktu terjadinya *El Niño* tahun 1997/1998, secara umum Indonesia mengalami musim kering yang panjang, dan pada saat terjadinya *La Niña* tahun 1999, Indonesia mengalami kenaikan curah hujan yang tinggi, sehingga menyebabkan banjir di sebagian besar wilayah Indonesia.

2.2.3 Kenaikan Muka Air Laut (*Sea Level Rise*)

Kenaikan muka air laut merupakan fenomena alam akibat mencairnya daratan es di Benua Antartika akibat pemanasan global. Untuk membedakan kenaikan muka air laut akibat pasang atau pemanasan global, beberapa ahli tetap memakai istilah *sea level rise* untuk mendefinisikan akibat keduanya.

Kenaikan muka air laut di Indonesia, secara umum akan mengakibatkan dampak yang sangat merugikan diantaranya meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir, perubahan arus laut dan meluasnya kerusakan mangrove, meluasnya intrusi air laut, ancaman terhadap kegiatan sosial-ekonomi masyarakat pesisir, dan berkurangnya luas daratan atau hilangnya pulau-pulau kecil.



Gambar 2.7 Skematis kombinasi berbagai elemen penyebab kenaikan muka laut

Rusaknya ekosistem mangrove, kondisinya sudah sangat mengkhawatirkan. Luas hutan mangrove di Indonesia terus mengalami penurunan dari 5.209.543 ha (1982) menurun menjadi 3.235.700 ha (1987) dan menurun lagi hingga 2.496.185 ha (1993). Dalam kurun waktu 10 tahun (1982-1993), telah terjadi penurunan hutan mangrove \pm 50% dari total luasan semula. Apabila keberadaan mangrove tidak dapat dipertahankan lagi, maka abrasi pantai akan kerap terjadi karena tidak adanya penahan gelombang, pencemaran dari sungai ke laut akan meningkat karena tidak adanya filter polutan, dan zona budidaya *aquaculture* pun akan terancam dengan sendirinya.

Meluasnya intrusi air laut selain diakibatkan oleh terjadinya kenaikan muka air laut juga dipicu oleh terjadinya *land subsidence* akibat penghisapan air tanah secara berlebihan.

Gangguan terhadap kondisi sosial-ekonomi masyarakat yang terjadi diantaranya yakni gangguan terhadap jaringan jalan lintas dan kereta api di Pantura Jawa, genangan terhadap permukiman penduduk pada kota-kota pesisir yang berada pada wilayah Pantura Jawa, hilangnya lahan-lahan budidaya seperti sawah, payau, kolam ikan, dan mangrove dan penurunan produktivitas lahan pada sentra-sentra pangan, seperti di DAS Citarum, Brantas, dan Saddang yang sangat krusial bagi kelangsungan swasembada pangan di Indonesia.

Terancam berkurangnya luasan kawasan pesisir dan bahkan hilangnya pulau-pulau kecil yang dapat mencapai angka 2000 hingga 4000 pulau, tergantung dari kenaikan muka air laut yang terjadi.

Bagi Indonesia, dampak kenaikan muka air laut dan banjir lebih diperparah dengan pengurangan luas hutan tropis yang cukup signifikan, baik akibat kebakaran maupun akibat penggundulan. Data yang dihimpun dari *The Georgetown – International Environmental Law Review* menunjukkan bahwa pada kurun waktu 1997 – 1998 saja tidak kurang dari 1,7 juta hektar hutan terbakar di Sumatra dan Kalimantan akibat pengaruh El Nino. Bahkan WWF menyebutkan angka yang lebih besar, yakni antara 2 hingga 3,5 juta hektar pada periode yang sama. Apabila tidak diambil langkah-langkah yang tepat maka kerusakan hutan – khususnya yang berfungsi lindung – akan menyebabkan *run-off* yang besar pada kawasan hulu, meningkatkan resiko pendangkalan dan banjir pada wilayah hilir, serta memperluas kelangkaan air bersih pada jangka panjang

2.2.4 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari.

Pengetahuan pasang surut sangat penting di dalam kenaikan muka air laut. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk mengantisipasi kenaikan muka air laut suatu wilayah, sehingga dapat memperkirakan kenaikan muka air laut pada periode tertentu dan daerah tertentu.

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode pasang surut bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, yang tergantung pada tipe pasang surut. Periode pada muka air naik disebut pasang, sedang pada saat air turun disebut surut. Variasi muka air menimbulkan arus yang disebut dengan arus pasang surut, yang mengangkut massa air dalam jumlah sangat besar. Arus pasang terjadi pada waktu periode pasang dan arus surut terjadi pada periode air surut. Titik balik (*slack*) adalah saat dimana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut. Titik balik ini bisa terjadi pada saat muka air tertinggi dan muka air terendah. Pada saat tersebut kecepatan arus adalah nol.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan empat tipe, yaitu pasang surut harian tunggal (diurnal tide), harian ganda (semidiurnal tide) dan dua jenis campuran.

1. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan ringgi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Tipe pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal tide*)

Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ringgi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah :

1. Muka air tinggi (*high water level, HWL*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level, LWL*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.

3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
8. Higher high water level, adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. Lower low water level, adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

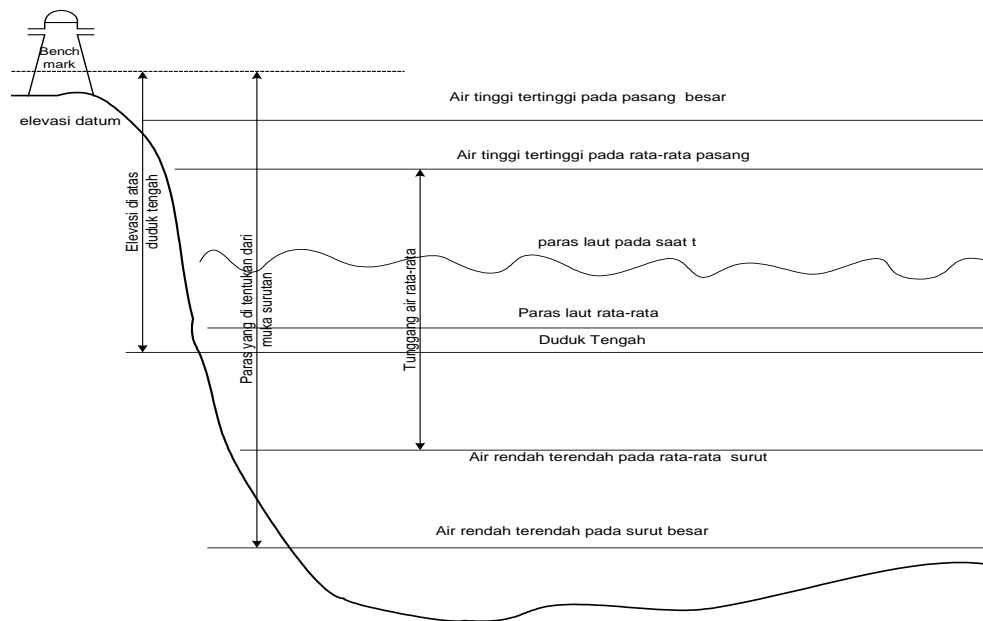
Pada umumnya tipe pasang surut di perairan ditentukan dengan menggunakan rumus Formzahl, yang berbentuk :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana nilai Formzahl :

1. $F = 0.00 - 0.25$; pasut bertipe ganda (semi diurnal)
2. $F = 0.26 - 1.50$; pasut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol (mixed, mainly semi diurnal)
3. $F = 1.51 - 3.00$; pasut bertipe campuran dengan tipe tunggal yang menonjol (mixed, mainly diurnal)
4. $F > 3.00$; pasut bertipe (diurnal)

5. O_1 = unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
6. K_1 = unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari
7. M_2 = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
8. S_2 = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari



Gambar 2.8. Macam permukaan air laut yang digunakan sebagai datum referensi

Jenis pasut dapat ditentukan berdasar rasio antara konstanta harian tunggal dan konstanta harian ganda. Konstanta-konstanta pasut digunakan untuk membedakan jenis-jenis pasut tersebut. Nilai perbandingannya adalah K dengan rumus dibawah ini.

Tabel 2.2 Nilai-nilai K untuk penentuan jenis pasut :

Harian ganda beraturan	$0 < K < 0.25$
Campuran cenderung harian ganda	$0.25 < K < 1.50$
Campuran cenderung harian tunggal	$1.50 < K < 3.0$
Harian tunggal beraturan	$3.0 < K$

Penentuan tinggi dan rendahnya pasang surut ditentukan dengan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Muka Surutan

Muka surutan (Z_o) merupakan sebuah bidang khayal yang diletakkan serendah mungkin.

2. Duduk Tengah

Secara umum istilah duduk tengah permukaan laut (disingkat : Duduk Tengah; dalam bahasa Inggris disebut Mean Sea Level) sebagai titik nol.

$$MSL = Z_o + 1,1 (M_2 + S_2) \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Datum Level

$$DL = MSL - Z_o \dots\dots\dots(2.3)$$

4. Pasut Tertinggi Rata-rata

Datum pasang surut lainnya yang biasa dipakai untuk keperluan hidrografi adalah air tertinggi rata-rata (mean higher high water), biasa disebut sebagai datum elevasi, yang didefinisikan menurut persamaan

$$MHWL = Z_o + (M_2 + S_2) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$HHWL = Z_o + (M_2 + S_2) + (O_1 + K_1) \dots\dots\dots(2.5)$$

5. Pasang Terendah Rata-rata

$$MLWL = Z_o - (M_2 + S_2) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$LLWL = Z_o - (M_2 + S_2) - (O_1 + K_1) \dots\dots\dots(2.7)$$

6. HAT (Tinggi Pasang surut)

$$HAT = Z_o + \sum A_i \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\sum A_i = \text{Komponen Pasang surut , } M_2 , S_2 , N_1 , P_2 , O_1 , K_1$$

7. LAT (Rendah Pasang surut)

$$LAT = Z_o - \sum A_i \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana :

- 1.MSL = Muka air laut rerata (*mean sea level*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi didaratan
- 2.MHWL = Muka air tinggi rerata (*mean high water level*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun
- 3.HHWL = muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
- 4.MLWL = muka air rendah rerata (*mean low water level*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun
- 5.LLWL = air rendah terendah (*lowest low water level*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
- 6.DL = datum level
- 7.HAT = tinggi pasang surut
- 8.LAT = rendah pasang surut

2.2.5 Analisa Harmonik Metode *Least Square*

Dronkers (1964) telah memberikan prosedur pengolahan data pasang surut dengan menggunakan teknik kuadrat terkecil. Disini akan direview secara singkat. Anggap suatu set data $y(t_n)$ terdiri dari sejumlah nilai N data yang diambil dalam rentang waktu yang sama, $t_n = n\Delta t$, dengan $n = 1, \dots, N$. Selanjutnya akan dicari pendekatan terbaik terhadap suatu fungsi yang terdiri dari sejumlah M frekuensi tertentu, f_k , dengan $k = 1, \dots, M$. Singkatnya adalah bagaimana mencari fitting terbaik dari data hasil observasi dengan fungsi harmonik dari pasang surut, sedemikian rupa sehingga:

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^M [A_k \cos(2\pi f_k t) + B_k \sin(2\pi f_k t)] \quad (2.10)$$

dengan $[A_k^2 + B_k^2]^{1/2}$ = amplitudo dari komponen pasut dan $\arctan [B_k/A_k]$ = fase dari komponen pasang surut.

Tujuan utama metode kuadrat terkecil adalah meminimalkan (untuk menyelesaikan) persamaan 2.10 (Foreman, 1999):

$$e^2 = \sum_{n=1}^N \left[y(t_n) - \left(A_0 + \sum_{k=1}^M [A_k \cos(2\pi f_k t_n) + B_k \sin(2\pi f_k t_n)] \right) \right]^2 \quad (2.11)$$

Nilai minimum dari persamaan 2.11 bisa didapat dengan menurunkan persamaan tersebut terhadap parameter nya, sebut saja untuk setiap q :

$$\begin{aligned} 0 = \frac{\partial e^2}{\partial A_q} &= 2 \sum_{n=1}^N \left[y(t_n) - \left(A_0 + \sum_{k=1}^M [A_k \cos(2\pi f_k t_n) + B_k \sin(2\pi f_k t_n)] \right) \right] \left(-\cos(2\pi f_q t_n) \right), q = 1, \dots, M \\ 0 = \frac{\partial e^2}{\partial B_q} &= 2 \sum_{n=1}^N \left[y(t_n) - \left(A_0 + \sum_{k=1}^M [A_k \cos(2\pi f_k t_n) + B_k \sin(2\pi f_k t_n)] \right) \right] \left(-\sin(2\pi f_q t_n) \right), k = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (2.12)$$

Sehingga kita bisa menggunakan teori matrix untum menyelesaikan system persamaan di atas:

$$A_0 \sum_{n=1}^N \cos(2\pi f_q t_n) + \sum_{k=1}^M \left[A_k \sum_{n=1}^N \cos(2\pi f_k t_n) \cos(2\pi f_q t_n) + B_k \sum_{n=1}^N \sin(2\pi f_k t_n) \cos(2\pi f_q t_n) \right] = \sum_{n=1}^N y(t_n) \cos(2\pi f_q t_n)$$

dan

$$A_0 \sum_{n=1}^N \sin(2\pi f_q t_n) + \sum_{k=1}^M \left[A_k \sum_{n=1}^N \cos(2\pi f_k t_n) \sin(2\pi f_q t_n) + B_k \sum_{n=1}^N \sin(2\pi f_k t_n) \sin(2\pi f_q t_n) \right] = \sum_{n=1}^N y(t_n) \sin(2\pi f_q t_n)$$

untuk $q=1, \dots, M$.

$$(2.13)$$

Akhirnya, yang kita inginkan adalah penyelesaian untuk $q=0$. Dalam hal ini, kita mempunyai:

$$0 = \frac{\partial e^2}{\partial A_0} = 2 \sum_{n=1}^N \left[y(t_n) - \left(A_0 + \sum_{k=1}^M [A_k \cos(2\pi f_k t_n) + B_k \sin(2\pi f_k t_n)] \right) \right] (-1) \quad (2.14)$$

Disederhanakan menjadi

$$\sum_{n=1}^N \left[\left(A_0 + \sum_{k=1}^M \left[A_k \cos(2\pi f_k t_n) + B_k \sin(2\pi f_k t_n) \right] \right) \right] = \sum_{n=1}^N y(t_n) \quad (2.15)$$

Sekarang kita bisa membangun suatu system matrix dalam $2M+1$ persamaan. Pertama harus didefinisikan matrix dengan ukuran $M \times N$, sebut saja C dan S:

$$C_{qn} = \cos(2\pi f_k t_n), \quad q=1, \dots, M \text{ dengan } n=1, \dots, N.$$

$$S_{qn} = \sin(2\pi f_k t_n), \quad q=1, \dots, M \text{ dengan } n=1, \dots, N. \quad (2.16)$$

Dengan masukan di baris ke q dan kolom ke k :

$$\begin{aligned} (CC^T)_{qk} &= \left(\sum_{n=1}^N \cos(2\pi f_k t_n) \cos(2\pi f_q t_n) \right) \\ (CS^T)_{qk} &= \left(\sum_{n=1}^N \sin(2\pi f_k t_n) \cos(2\pi f_q t_n) \right) \\ (SS^T)_{qk} &= \left(\sum_{n=1}^N \sin(2\pi f_k t_n) \sin(2\pi f_q t_n) \right). \end{aligned} \quad (2.17)$$

Disini C^T adalah transpose dari C . Sehingga, $C_{ij}^T = C_{ji}$ dan $(AB)^T = B^T A^T$.

Apabila kita masukkan dalam system persamaan yang ada, kita akan mendapatkan:

$$\begin{aligned} A_0 \sum_{n=1}^N C_{qn} + \sum_{k=1}^M \left[(CC^T)_{qk} A_k + (SC^T)_{qk} B_k \right] &= \sum_{n=1}^N C_{qn} y(t_n), \quad q = 1, \dots, M \\ A_0 \sum_{n=1}^N S_{qn} + \sum_{k=1}^M \left[(SC^T)_{qk} A_k + (SS^T)_{qk} B_k \right] &= \sum_{n=1}^N S_{qn} y(t_n), \quad q = 1, \dots, M \end{aligned} \quad (2.18)$$

dan

$$A_0 N + \sum_{k=1}^M A_k C_k + B_k S_k = \sum_{n=1}^N y(t_n) \quad (2.19)$$

Akhirnya, apabila kita gabungkan semuanya:

$$y = \begin{bmatrix} y(t_1) \\ \vdots \\ y(t_n) \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} \bar{y} \\ C_y \\ S_y \end{bmatrix}, Z = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}, s_q = \sum_{n=1}^N S_{qn} \quad \text{and} \quad D = \begin{bmatrix} N & c^T & s^T \\ c & CC & CS \\ s & CS & SS \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Disini, Y dan Z adalah vektor matrix berdimensi $2M+1$, c dan s adalah vektor matrix berdimensi M dan D adalah matrix dengan dimensi $(2M+1) \times (2M+1)$ matrix. Kalau kita amati, system persamaan dalam matrix di atas berbentuk $DZ=Y$, dan menjadi jelas bahwa tujuannya adalah menyelesaikan yang tidak diketahui dalam vektor matrix Z .

2.2.6 Iklim dan Curah Hujan

Disamping kenaikan muka air laut, efek pemanasan global juga meyebabkan meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir karena terjadinya pola hujan yang acak dan musim hujan yang pendek sementara curah hujan sangat tinggi (kejadian ekstrim). Kemungkinan lainnya adalah akibat terjadinya efek *backwater* dari wilayah pesisir ke darat. Frekuensi dan intensitas banjir diprediksikan terjadi 9 kali lebih besar pada dekade mendatang dimana 80% peningkatan banjir tersebut terjadi di Asia Selatan dan Tenggara (termasuk Indonesia) dengan luas genangan banjir mencapai 2 juta mil persegi. Peningkatan volume air pada kawasan pesisir akan memberikan efek akumulatif apabila kenaikan muka air laut serta peningkatan frekuensi dan intensitas hujan terjadi dalam kurun waktu yang bersamaan.

2.2.7 Metode Regresi Logistik

Regresi logistik dirancang untuk melakukan prediksi keanggotaan group. Artinya tujuan dari analisis regresi logistik adalah untuk mengetahui seberapa jauh model yang digunakan mampu memprediksi secara benar kategori group dari sejumlah individu.

Syarat-syarat regresi logistik :

1. Variabel independent merupakan campuran antara variabel diskrit dan kontinyu;
2. Distribusi data yang digunakan tidak normal.

Kelebihan regresi logistik disbanding regresi yang lain :

1. Regresi logistik tidak memiliki asumsi normalitas atas variabel bebas yang digunakan dalam model. Artinya variabel penjelas tidak harus memiliki distribusi normal, linier, maupun memiliki varian yang sama dalam setiap group.
2. Variabel bebas dalam regresi logistik bisa campuran dari variabel kontinyu, diskrit dan dikotomis;
3. Regresi logistik amat bermanfaat digunakan apabila distribusi respon atas variabel terikat diharapkan non linier dengan satu atau lebih variabel bebas.

Karena model yang dihasilkan dengan regresi logistik bersifat non linier, persamaan yang digunakan untuk mendiskripsikan hasil sedikit lebih kompleks disbanding regresi berganda. Variabel hasil Y adalah probabilitas mendapatkan 2 hasil atau lebih berdasarkan fungsi non linier dari kombinasi linier sejumlah variabel bebas.

2.2.8 Aspek - Aspek Kebencanaan

2.2.8.1 Bencana

Bencana merupakan suatu gangguan serius terhadap ketidakberfungsian suatu masyarakat sehingga menyebabkan kerugian yang meluas pada kehidupan manusia dari segi materi, ekonomi atau lingkungan dan yang melampaui kemampuan masyarakat tersebut untuk mengatasi dengan menggunakan sumberdaya mereka sendiri (UNISDR,2004).

Berdasarkan dari definisi tersebut, bencana banjir akibat *sea level rise* adalah suatu peristiwa naiknya permukaan air laut ke daratan yang disebabkan oleh alam atau karena ulah manusia, yang dapat terjadi secara tiba-tiba atau perlahan yang menyebabkan gangguan terhadap kehidupan normal masyarakat, bahkan berakibat pada hilangnya jiwa manusia karena kurangnya kemampuan sumberdaya masyarakat untuk menanggulangnya.

2.2.8.2 Bahaya (*Hazard*)

Bahaya adalah kejadian yang jarang atau ekstrim dari lingkungan karena ulah manusia atau karena alam yang merugikan dan mempengaruhi kehidupan manusia, property atau aktivitas pada tingkat tertentu yang menyebabkan satu bencana (UNDP, 1992).

2.2.8.3 Resiko Bencana (*Risk*)

Resiko bencana merupakan hasil perkalian dari bahaya (*hazard*) dengan kerentanan (*vulnerability*). Dalam memperhitungkan akumulasi dari pembentuk risiko bencana, dapat memposisikan masyarakat dan daerah yang bersangkutan pada tingkatan risiko yang berbeda. Semakin tinggi ancaman bahaya di suatu daerah, maka semakin tinggi risiko daerah tersebut terkena bencana. Demikian pula semakin tinggi tingkat kerentanan masyarakat atau penduduk, maka semakin tinggi pula tingkat risikonya. Dengan menggunakan perhitungan analisis risiko dapat ditentukan tingkat besaran risiko yang dihadapi oleh daerah yang bersangkutan. Menurut *Disaster Recovery and Mitigation Handbook* (2004), Secara umum resiko dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Risiko} = \text{Ancaman Bahaya} \times \text{Kerentanan}$$

2.2.8.4 Tingkat Kerentanan (*Vulnerability*)

Kerentanan atau *Vulnerability* adalah kondisi, atau karakteristi biologi, geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu yang mengurangi kemampuan masyarakat tersebut mencegah,

meredam, mencapai kesiapan, dan menanggapi dampak bahaya tertentu (Bakornas PBP,2005)

Indeks kerentanan adalah tingkat dari kerusakan yang di perkirakan dari suatu bahaya khusus. Umumnya, walau jenis ancaman atau bahaya sama antara daerah yang satu dengan daerah yang lain, namun karena indeks kerentanan yang berbeda, mengakibatkan dampak yang berbeda antara satu dengan yang lain.

Kerentanan terhadap kenaikan muka air laut didasarkan pada kerentanan fisik, sosial ekonomi, sosial kependudukan, lingkungan dan ekonomi wilayah yang merupakan sintesis dari jenis-jenis kerentanan dalam Undang-Undang Penataan Ruang, Undang-Undang Penanggulangan Bencana, Undang-Undang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil serta beberapa konsep/teori praktis kerentanan bencana yang telah terjabar di sub bab sebelumnya. Indikator kerentanan di Indonesia ditinjau dari 4 aspek, yaitu kerentanan fisik (infrastruktur), sosial kependudukan, ekonomi dan lingkungan.

1. Kerentanan Lingkungan

menggambarkan hidup suatu masyarakat sangat mempengaruhi kerentanan. Masyarakat yang tinggal di daerah yang rentan dari segi kondisi lingkungan yang mudah terkena bencana. Kondisi lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan yang bersifat alami dan kedekatan dengan sumber penyebab banjir akibat *sea level rise*

2. Kerentanan fisik (infrastruktur)

menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap fisik (infrastruktur) bila ada faktor berbahaya (*hazard*) tertentu. Melihat dari berbagai indikator sebagai berikut : persentase kawasan terbangun; kepadatan bangunan;

persentase bangunan konstruksi darurat; jaringan listrik; rasio panjang jalan; jaringan telekomunikasi; jaringan PDAM; dan jalan KA.

3. **Kerentanan sosial**

menunjukkan perkiraan tingkat kerentanan terhadap keselamatan jiwa/kesehatan penduduk apabila ada bahaya. Dari beberapa indikator antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, dan persentase penduduk usia tua-balita.

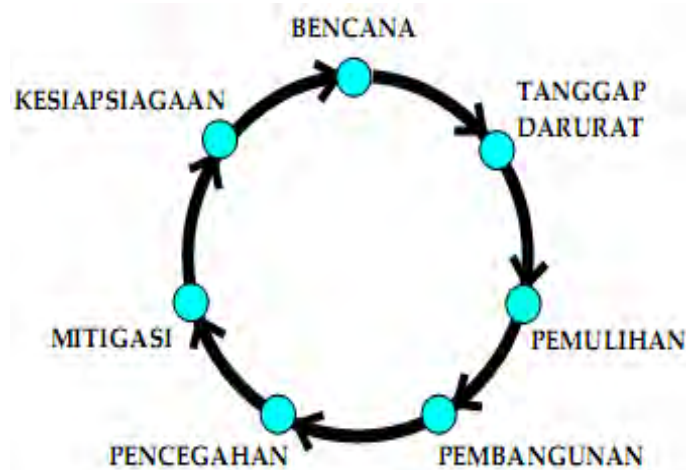
4. **Kerentanan ekonomi**

menggambarkan besarnya kerugian atau rusaknya kegiatan ekonomi (proses ekonomi) yang terjadi bila terjadi ancaman bahaya. Indikator yang dapat kita lihat menunjukkan tingginya tingkat kerentanan ini misalnya adalah persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan dan persentase rumah tangga miskin persentase rumah tangga miskin.

2.2.9 Manajemen Bencana Kenaikan Muka Air Laut

Menurut Rachmat (2006), manajemen bencana merupakan seluruh kegiatan yang meliputi aspek perencanaan dan penanggulangan bencana, pada sebelum, saat dan sesudah terjadi bencana yang dikenal sebagai siklus manajemen bencana yang bertujuan yakni mencegah kehilangan jiwa, mengurangi penderitaan manusia, memberi informasi masyarakat dan pihak berwenang mengenai risiko, mengurangi kerusakan infrastruktur utama, harta benda dan kehilangan sumber ekonomis.

Bencana merupakan salah satu fenomena yang dapat diminimalisasi dampaknya pada daerah bencana dengan melakukan tindakan pencegahan (*preventive*), mitigasi (*mitigation*), kesiapsiagaan (*preparedness*), tanggap darurat (*response*), pemulihan (*recovery*)) dan pembangunan kembali (*development*) (Diposaptono, 2005).



Gambar 2.9 Siklus Manajemen Bencana (*Diposaptono, 2005*)

Untuk melakukan manajemen bencana perubahan iklim pada saat ini, perlu dilakukan beberapa langkah-langkah strategis. Langkah-langkah tersebut harus melihat pada kenyataan dampak yang ditimbulkan, respon yang dapat dilakukan dan langkah mitigasi serta bagaimana langkah adaptasi yang dilakukan agar dapat selaras maupun meminimalisasi dampak bencana yang terjadi.



(Sumber: Bakornas PB, 2007)

Gambar 2.10 Skema manajemen bencana perubahan iklim

Berdasarkan pada gambar diatas diketahui bahwa dalam melakukan manajemen bencana terhadap masalah perubahan iklim harus diawali terlebih dahulu dari analisis perubahan dan variabilitas iklim yang terjadi di wilayah tersebut.

2.2.10 Perangkat lunak Arc GIS

Perangkat lunak *Arc GIS* merupakan salah satu *desktop* Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pemetaan dimana merupakan sebuah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan, analisis dan penayangan (*display*) data yang terkait dengan permukaan bumi. Teknik SIG digunakan sebagai alat analisis yang bersifat keruangan/*georeference*.

Prinsip Penentuan kerentanan bencana pesisir pantai menggunakan metode skoring dan pembobotan. Semua variabel diberi skor dan dibobot dengan menggunakan metode *overlay weighted sum* untuk menentukan wilayah yang rentan terhadap *sea level rise* di Kawasan Pesisir Surabaya berdasarkan tingkat kerentanannya, melalui proses tumpang susun dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan bencana banjir akibat *sea level rise* dan pembobotan (*weighted factor*) dari ,metode indeks kerentanan.

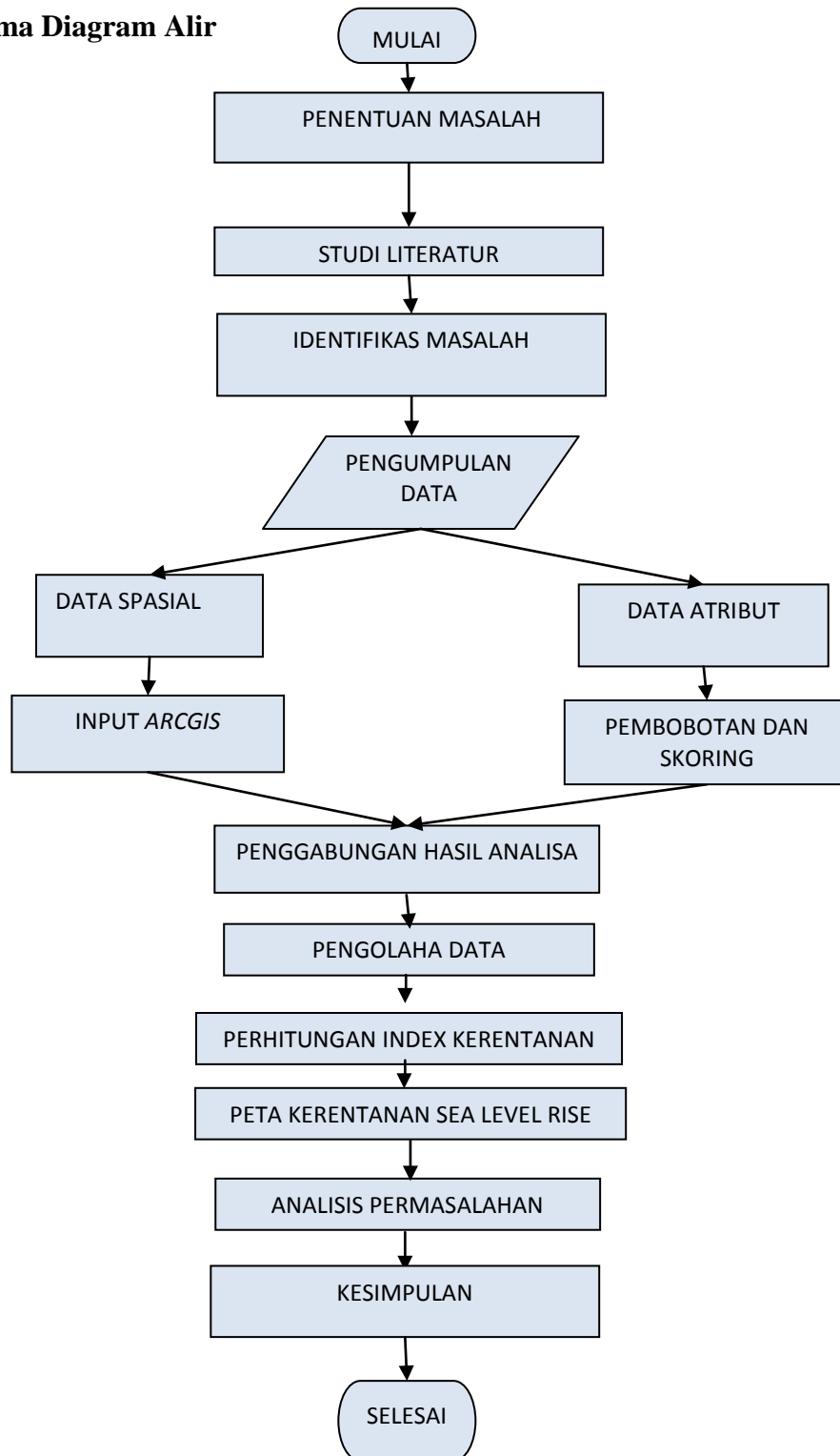
Tahapan operasional *Weighted Sum Overlay*:

1. *Add rasters* → memasukkan data yang akan di lakukan *overlay*
2. *Select field* → pemilihan *field* input yang akan di *overlay*
3. *Assign weights for input rasters* → pemberian bobot pada data input.
4. *Run the Weighted Sum tool* → evaluasi untuk mendapatkan output overlay

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Diagram Alir



3.2 Metodologi Penelitian

Dalam penyelesaiannya, tugas akhir ini dilakukan beberapa tahapan penelitian. Berikut beberapa tahapan studi yang dilakukan:

1. Penentuan Permasalahan: Menetapkan objek yang akan diteliti, kemudian dilanjutkan dengan menetapkan permasalahan yang dikaji.
2. Studi literatur: Pengamatan literatur ini berguna untuk lebih memperjelas permasalahan, pengetahuan tentang coastal management, regulasi mitigasi bencana, dan hal-hal yang mempengaruhinya. Literatur ini didapat dari jurnal,thesis, tugas akhir,buku, website, dan sebagainya. Tahap ini dilakukan juga survey lapangan sepanjang area studi dan pada titik acuan, yang bertujuan dapat memahami lokasi studi secara langsung, serta solusi dan langkah dalam penegrjaan.
3. Identifikasi permasalahan: Pada tahap awal penelitian, penulis menentukan objek yang akan diteliti dengan memperhatikan manfaat yang akan didapatkan dari penelitian tersebut.
4. Pengumpulan data: Dalam pengerjaannya, penelitian ini membutuhkan data-data pendukung untuk diolah sehingga mendapatkan sebuah penyelesaian.
5. Pengolahan data : Data-data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan metode *indeks kerentanan sea level rise*.
6. Pemetaan menggunakan permodelan *ArcGIS 9.3* guna menentukan dan mengklasifikasikan daerah yang rawan terkena dampka kenaikan muka air laut di Surabaya.
7. Analisa: menganalisa, mengomparasi, dan mengakumulasi hasil dari data, survey, polling, serta evaluasi menggunakan sistematika indeks Kerentanan.
8. Kesimpulan: Tahap ini merupakan tahap pengambilan kesimpulan akhir atas penelitian yang dilakukan dari hasil yang didapatkan. Dalam pengerjaan Tugas

Akhir ini, diperlukan suatu urutan kerja yang sistematis, sehingga dapat diperoleh hasil yang maksimal dengan alokasi waktu yang optimal. Urutan kerja/kegiatan tersebut dapat dituangkan dalam diagram alir (*flowchart*) diatas.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Tahap Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, digunakan data primer dan data sekunder, dengan runtutan sebagai berikut :

1. Data sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data dari sumber–sumber sekunder sebagai berikut :

a. Kajian literatur

Kajian literatur ini bersifat data normatif yang merupakan batasan atau teori yang terkait dengan dan studi kerentanan pesisir Kota Surabaya terhadap sea level rise sebagai *hazard bencana*

b. Survei instansi

Dilakukan untuk mendapatkan data–data melalui instansi yang terkait dengan penelitian ini. Instansi tersebut yakni diantaranya Bappeda, DKP, Dinas Tata Kota maupun BPS. Data-data yang dicari berupa fisik wilayah pesisir, kondisi sosial ekonomi masyarakat, infrastruktur wilayah pesisir dan sebagainya.

c. Telaah Dokumen

Dokumen yang ditelaah dapat berupa situs situs di internet bertema kerentanan bencana, vulnerability index yang relevan terhadap penelitian ini. Dokumen tersebut dipahami berdasar pada materi-materi yang digunakan dalam penelitian.

2. Data Primer

Teknik ini melakukan survei primer dengan melakukan observasi/ pengamatan langsung di lapangan. Beberapa cara yang dilakukan ketika survey primer, yaitu :

a. Wawancara

Wawancara dilakukan guna melengkapi data-data sekunder yang belum didapatkan. Teknik ini dilakukan dengan mengambil koresponden koresponden yang sekiranya mengetahui karakteristik populasi tersebut.

b. Koesioner

Pendataan dengan metode koesioner perlu dilakukan, sebagai metode untuk mendapatkan hasil survey yang maksimal dengan cara menyebarkan kuisisioner daerah yang di tinjau.

c. Pengamatan langsung (*Direct Observation*)

Cara ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung kondisi fisik. Hal ini dilengkapi kamera digital, lembar pengamatan, maupun alat tulis.

3.3.2 Pengolahan Data

Data yang telah didapat, selanjutnya direkapitulasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tahap Pengelompokan data

Tahap ini merupakan pengolahan data dengan cara mengelompokkan data sesuai analisis yang ingin dilakukan. Data yang didapat secara garis besar dibagi menjadi 3 kategori kerentanan.

2. Tahap Verifikasi Data

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui validitas data yang diperoleh dari hasil survey. Verifikasi ini dilakukan terhadap data sekunder yang didapat. Data sekunder tersebut dapat ditanyakan kepada informan maupun mengadakan *crosscheck* di lapangan.

3. Tahap Penyajian

Hasil olahan data yang dilakukan perlu ditampilkan secara representatif dan informatif. Tujuannya adalah agar mudah dipahami dan dimengerti maksud yang disajikan.

3.3.3 Tahap Analisa

a. Data Primer

Berdasarkan teknik pengambilan sampel kualitatif oleh (Patton, 1990) yaitu *Purposive sampling* memiliki kemampuan untuk memiliki kasus yang kaya informasi (*informastion-rich cases*). Dengan kata lain, melalui *purposeful sampling*, sampel yang diambil merupakan representasi dari kelompoknya dan dapat memberikan informasi yang spesifik berdasarkan pandangan dan kepentingan kelompok tersebut sebanyak dan seakurat mungkin.

Dalam penentuan sampling kualitatif tidak ada aturan mengenai ukuran atau sampel (Patton, 1990). Dalam penelitian ini responden yang akan diambil adalah masyarakat, sebagai stakeholder yang memiliki informasi terhadap bencana yang terjadi di daerahnya. Untuk memperoleh informasi yang interpretatif, maka diperlukan stakeholders utama yang memiliki kapasitas yang terkait dalam bencana *sea level rise* di Surabaya.

Tabel 3.1. Variabel hasil Identifikasi Permasalahan

Variabel <i>Sea Level Rise</i>	Definisi Variabel
Trend Kenaikan muka air laut	Ukuran prediksi kenaikan muka air laut tiap tahun di masa yang akan datang
Daerah yang tergenang	Menentukan daerah yang tergenang

Tabel 3.2 Variabel Penentuan Risiko Bencana

Variabel Resiko	Definisi Resiko
Bahaya (<i>hazards</i>)	Bencana kenaikan muka air laut dengan 5 kelas bahaya kenaikan muka air laut
Kerentanan (<i>vulnerability</i>)	Kerentanan kenaikan muka air laut pada suatu wilayah dengan 5 kelas kerentanan

b. Data Sekunder

Analisis ini menggunakan metode indek kerentanan berdasar pada beberapa kerentanan bencana dapat dikategorikan dalam 3 (tiga) kategori kerentanan yakni Kerentanan Fisik, Kerentanan Sosial, kerentanan Ekonomi.

1. Analisis Kerentanan Fisik (Infrastruktur)

Analisis ini menjabarkan tentang kerentanan fisik infrastruktur dan lingkungan (nonstruktur) terkait dengan struktur ruang wilayah yang memiliki kerawanan genangan dari kenaikan permukaan air laut dan banjir

Tabel 3.3 Bobot kelas analisis kerentanan perubahan fisik (nonstruktur)

VARIABEL	KODE	KERENTANAN	KONDISI FISIK (non struktur)	BOBOT
Geomorfologi	FG1	Tidak rentan	bertebing tinggi	1
	FG2	rendah	bertebing sedang	2
	FG3	Sedang	bertebing rendah,salt marsh, coral reefs, mangrove	3
	FG4	Tinggi	bangunan pantai, estuari,lagoon, dataran aluvial	4
	FG5	Sangat tinggi	pantai berpasir,pantai berkerikil,delta	5
Kenaikan muka air laut relatif (mm/tahun)	FK1	Tidak rentan	<-1 mm/tahun	1
	FK2	rendah	-1.0 - 0.99 mm/tahun	2
	FK3	Sedang	1.0 - 2.0 mm/tahun	3
	FK4	Tinggi	2.1 - 4.0 mm/tahun	4

	FK5	Sangat tinggi	>4.0 mm/tahun	5
rata rata pasang surut (m)	FP1	Tidak rentan	1,0 m	1
	FP2	rendah	1.1 - 2 m	2
	FP3	Sedang	2.1 - 4 m	3
	FP4	Tinggi	4.1 - 6.0 m	4
	FP5	Sangat tinggi	>6.0 m	5
tinggi gelombang rata rata(m)	FR1	Tidak rentan	0 - 2.9 m	1
	FR2	rendah	3 - 4.9 m	2
	FR3	Sedang	5 - 5.9 m	3
	FR4	Tinggi	6 - 6.9 m	4
	FR5	Sangat tinggi	>6.9 m	5

Sumber : gornitz, dkk 1997

Tabel 3.4 Bobot kelas analisis kerentanan perubahan fisik (infrastruktur)

VARIABEL	KODE	KERENTANAN	KONDISI FISIK (Infrastruktur)	BOBOT
Jaringan jalan	FJ1	Tidak rentan	Rasio panjang jalan tergenang pendek (<30%)	1
	FJ3	Sedang	Rasio panjang jalan tergenang sedang(30-60%)	3
	FJ5	Sangat tinggi	Rasio panjang jalan tergenang panjang (>60%)	5
Jaringan air bersih	FA1	Tidak rentan	Pelanggan PDAM <50%	1
	FA3	Sedang	Pelanggan PDAM 50-80%	3
	FA5	Sangat tinggi	Pelanggan PDAM >80%	5
Kawasan terbangun	FB1	Tidak rentan	kepadatan <10 bangunan/ha	1
	FB3	Sedang	kepadatan 10.1-20 bangunan/ha	3
	FB5	Sangat tinggi	kepadatan >20 .1bangunan/ha	5

Sumber : Nurmiladan,2009

2. Analisis Kerentanan Sosial

Analisis ini menjabarkan tentang kerentanan sosial kependudukan yang menggambarkan tingkat kerapuhan keberadaan penduduk dalam menghadapi ancaman genangan dari kenaikan permukaan air laut dan banjir

Tabel 3.5 Bobot kelas analisis kerentanan sosial

VARIABEL	KODE	KERENTANAN	KONDISI FISIK (non struktur)	BOBOT
Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)	SK1	Tidak rentan	0 – 50 jiwa/ha	1
	SK2	rendah	50 – 100 jiwa/ha	2
	SK3	Sedang	100 – 150 jiwa/ha	3
	SK4	Tinggi	150– 200 jiwa/ha	4
	SK5	Sangat tinggi	>200 jiwa/ha	5
Presentase penduduk wanita	SW1	Tidak rentan	Persentase <10%	1
	SW2	rendah	pesentase 11.1-13%	2
	SW3	Sedang	Persentase 13.1-17%	3
	SW4	Tinggi	Presentase17.1-20%	4
	SW5	Sangat tinggi	Persentase >20.1%	5
presentase usia tua dan balita	SU1	Tidak rentan	Persentase <10%	1
	SU2	rendah	pesentase 11.1-13%	2
	SU3	Sedang	Persentase 13.1-17%	3
	SU4	Tinggi	Presentase17.1-20%	4
	SU5	Sangat tinggi	Persentase >20.1%	5

Sumber : Keputusan Menteri PU No. 378/KPTS/1987)

3. Analisis Kerentanan Sosial Ekonomi

Analisis ini menjabarkan tentang kerentanan Ekonomi yang dapat terjadi akibat dari adanya genangan dari kenaikan permukaan air laut dan banjir

Tabel 3.6 Bobot kelas analisis kerentanan Ekonomi

VARIABEL	KODE	KERENTANAN	KONDISI EKONOMI	BOBOT
tidak terdapat lokasi usaha/produksi	EU1	Tidak rentan	tidak terdapat lokasi usaha/produksi	1
	EU3	Sedang	terdapat beberapa lokasi usaha/produksi	3
	EU5	Sangat tinggi	Terdapat lokasi usaha/produksi	5
Persentase KK miskin	EK1	Tidak rentan	Persentase KK miskin < 30%	1
	EK2	Sedang	Persentase KK miskin 30.1%-40%	3
	EK3	Sangat tinggi	Persentase KK miskin 40.1%-50%	5
	EK4	Tidak rentan	Persentase KK miskin 50.1%-60%	1
	EK5	Sedang	Persentase KK miskin >60.1%	3

Sumber : Modifikasi Pedoman Penyusunan Peta Resiko, 2009 dan hasil analisis, 2011

3.3.4 Tahap Skoring

Skoring adalah penentuan skor pada masing masing kelas untuk setiap parameter penyusun peta tematik, antara lain peta tematik kerentanan *sea level rise* dengan variasi nilai presentasi 0-100%.

Tabel 3.7 Persentase tingkat kerentanan

No.	Kelas (%)	Tingkat
1	0-20	Tidak Rentan
2	21-40	Rendah
3	41-60	Sedang
4	61-80	Rentan
5	81-100	Sangat Rentan

Berdasarkan tabel diatas maka dirumuskan prosentase kerawanan masing masing parameter penyusunnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Skoring} = \frac{\text{Nilai Parameter Bencana}}{\sum \text{parameter}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

Proses skoring dilakukan dengan cara memasukan parameter skor kerentanan bencana yang relevan dalam setiap wilayah, sesuai dengan kriteria penentuan wilayah kerentanan. Proses pengkelasan tingkat kerentanan bencana alam dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai skor dalam setiap satuan peta dari parameter parameter bencana pesisir sehingga memperoleh nilai total skor dibagi dengan jumlah parameter masing masing untuk menentukan indeks kerentanan bencananya. Hasil pembagian tiap satian parameter bencana menentukan tingkat kerentananya berdasarkan jarak interval setiap kelas tingkat kerentanan.

3.3.5 Analisa tingkat Ketentanan Terhadap *Sea Level Rise*

Untuk menghitung besarnya indeks kerentanan digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{IKSLR} = \frac{\text{FG} + \text{FK} + \text{FP} + \text{FR} + \text{FT} + \text{FJ} + \text{FA} + \text{FB} + \text{SK} + \text{SW} + \text{SU} + \text{EU} + \text{EK}}{14} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan:

1. IKSLR = Indeks Kerentanan Sea Level Rise
2. FG = Geomorfologi
3. FK = Kenaikan muka air laut relatif mm/tahun
4. FP = Rata rata pasang surut (m)
5. FR = Tinggi gelombang rata rata
6. FT = Topografi (m)
7. FJ = Jaringan jalan
8. FA = Jaringan air bersih
9. FB = Kawasan terbangun
10. SK = Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)
11. SW = Presentase penduduk wanita
12. SU = Presentase usia tua dan balita
13. EU = Keberadaan lokasi usaha/ perdagangan
14. EK = Presentase Keluarga Miskin

Tabel 3.8 Tingkat kerentanan keseluruhan

Parameter	Variabel	Kode	Indeks Kerentanan <i>Sea Level Rise</i>				
KONDISI FISIK (nonstruktur)	Geomorfologi	FG	bertebing tinggi	bertebing sedang	bertebing rendah,salt marsh, coral reefs, mangrove	bangunan pantai, lagoon, dataran aluvial	pantai berpasir,pantai berkerikil,delta
	Kenaikan muka air laut relatif mm/tahun	FK	<-1	-1.0-0.99	1.0-2.0	2.1-4.0	>4.0
	rata rata pasang surut (m)	FP	1,0	1.1-2	2.1-4	4.1-6.0	>6.0
	tinggi gelombang rata rata	FR	0-2.9	3-4.9	5-5.9	6-6.9	>6.9
	Topografi (m)	FT	>30	20.1-30	10.1-20	5.1-10	0-5
KONDISI FISIK (Infrastruktur)	Jaringan jalan	FJ	Rasio panjang jalan tergenang (<30%)	-	Rasio panjang jalan tergenang (30-60%)	-	Rasio panjang jalan tergenang (>60%)
	Jaringan air bersih	FA	Pelanggan PDAM <50%	-	Pelanggan PDAM 50-80%	-	Pelanggan PDAM >80%
	Kawasan terbangun	FB	kepadatan <10 bangunan/ha	-	kepadatan 10.1-20 bangunan/ha	-	kepadatan >20 .1bangunan/ha
KONDISI SOSIAL	Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)	SK	0 – 50 jiwa/ha	50 – 100 jiwa/ha	100 – 150 jiwa/ha	150– 200 jiwa/ha	>200 jiwa/ha
	Presentase penduduk wanita	SW	Persentase <10%	pesentase 11.1-13%	Persentase 13.1-17%	Presentase17.1-20%	Persentase >20.1%
	presentase usia tua dan balita	SU	Persentase <10%	pesentase 11.1-13%	Persentase 13.1-17%	Presentase17.1-20%	Persentase >20.1%
KONDISI EKONOMI	Keberadaan lokasi usaha/ perdagangan	EU	tidak terdapat lokasi usaha/produksi	-	terdapat beberapa lokasi usaha/produksi	-	Terdapat lokasi usaha/produksi
	Presentase keluarga miskin	EK	Persentase KK miskin < 30%	Persentase KK miskin 30.1%-40%	Persentase KK miskin 40.1%-50%	Persentase KK miskin 50.1%-60%	Persentase KK miskin >60.1%
BOBOT			1	2	3	4	5

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Wilayah Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian dan Gemorfologi

Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya adalah Ibukota Provinsi Jawa Timur, dimana merupakan daerah Otonom Tingkat I Jawa Timur yang secara geografis terletak di tepi pantai utara Pulau Jawa dengan letak astronomis berada pada 7°12' s.d 7°21' LU dan 112°36' s.d 127°54' BT. Secara administratif batas wilayah Kota Surabaya berbatasan dengan:

1. sebelah utara : Selat Madura dan Kabupaten Bangkalan
2. sebelah timur : Selat Madura
3. sebelah selatan : Kabupaten Sidoarjo
4. sebelah barat : Kabupaten Gresik

Kota Surabaya terbagi dalam lima wilayah pembantu walikota, 28 wilayah kecamatan dan 163 desa/kelurahan dengan luas lahan yaitu 32.639 Ha, dimana sebesar 80,72% dari luas tanah total merupakan wilayah dataran rendah yaitu 25.919,04 Ha dengan ketinggian rata rata -0,5 – 5 m SHVP atau 3 – 8 m SWL. Dapat diambil kesimpulan bahwa Kota Surabaya didominasi oleh dataran rendah sekitar 80% dari luas daerah dan sisanya sekitar 20% merupakan daerah perbukitan dengan gelombang rendah.

Dataran rendah Surabaya meliputi wilayah Surabaya Timur, Surabaya Utara (lokasi penelitian), dan Surabaya Selatan, dimana terletak pada ketinggian kurang dari 10 m dari permukaan air laut . Berdasarkan penelitian yang telah ada dataran rendah tersebut terbentuk oleh endapan alluvial yang terdiri dari endapan sungai dan endapan pantai. Endapan sungai merupakan endapan sungai Brantas beserta cabang sungai dan endapan sungai Rowo. Surabaya Timur hingga sepanjang Selat Madura dibentuk oleh endapan pantai yang masuk ke daratan sampai 5 km. Endapan pantai tersebut terdiri dari lempung, lanau dan lempung kelanauan.

Dataran tinggi berada pada di wilayah Surabaya Barat. Ketinggian wilayah perbukitan bergelombang rendah tersebut berkisar antara kurang dari 30 meter dari permukaan laut.

4.1.2 Jenis Tanah dan Penggunaan Tanah

Kondisi tanah Kota Surabaya terdiri atas 4 jenis batuan yang mayoritas merupakan tanah liat atau pasir, dimana sebagian besar berupa tanah alluvial yang terjadi oleh endapan sungai atau endapan pantai, Akan tetapi di wilayah Surabaya Barat kondisi tanahnya mengandung kadar kapur yang tinggi, sehingga tidak subur untuk areal pertanian. Jenis tanah yang ditemui di Surabaya adalah lempung, lempung berlanau, lempung berlanau berpasir, pasir dan pasir berlempung berkerang

Sebagian besar penggunaan tanah secara keseluruhan adalah sebagai kawasan perumahan, dengan area seluas 12.474,42 Ha atau 38,89%, dimana 20,02% digunakan untuk daerah persawahan, 19,98% untuk usaha pertambakan dan sisanya diperuntukkan untuk kebutuhan lain seperti industri, gudang, tegalan dan sebagainya. Jika ditinjau lebih lanjut, sebagian besar tanahnya masih diperuntukkan untuk sawah, tambak ataupun kawasan pantai dengan presentase (52,07%). Sedangkan Wilayah Surabaya utara lahannya masih didominasi oleh area pertambakan, khususnya Kecamatan Benowo yang mencapai 50% dari luas lahannya.

4.1.3 Iklim dan Curah Hujan

Temperatur Kota Surabaya berkisar antara 22,7 – 33,8 °C dengan kelembaban udara maksimum mencapai 97% dan tekanan udara 1014,8 Mbs. Arah angin di Surabaya selama periode 10 tahun terhitung tahun 2000 mempunyai kecenderungan ke arah Barat pada bulan Desember-Februari dan ke arah Timur pada bulan Mei-oktober, pada bulan lainnya berubah-ubah arah.

Tabel 4.1 Temperatur Kota Surabaya Bulan Desember 2010

TGL.	TEMPERATURE °C						
	07.00	12.00	17.00	Rata ²	Rata ² 24 Jam	MAX	MIN
01	27.8	31.8	30.6	29.5	28.6	33.8	26.0
02	26.4	33.6	31.8	29.6	29.3	35.1	24.4
03	26.0	32.7	29.5	28.6	28.0	33.0	25.0
04	26.4	33.6	30.8	29.3	28.6	34.3	25.1
05	27.8	32.6	31.8	30.0	28.5	33.2	25.2
06	27.1	29.5	26.5	27.6	26.8	31.5	24.9
07	27.5	32.5	31.3	29.7	29.3	33.6	26.0
08	26.8	31.6	29.8	28.8	28.9	34.2	26.0
09	27.0	31.0	26.6	27.9	27.3	31.3	25.2
10	26.4	28.1	28.1	27.3	27.0	29.4	25.0
11	25.6	27.0	26.2	26.1	25.8	30.2	24.5
12	26.0	30.0	26.8	27.2	25.8	31.3	25.0
13	26.5	31.9	30.1	28.8	29.4	32.4	26.0
14	28.6	32.3	31.5	30.3	28.4	33.0	24.6
15	26.5	31.9	28.1	28.3	27.5	32.3	25.2
16	25.9	31.4	29.0	28.1	28.0	32.6	25.9
17	26.6	27.6	27.2	27.0	26.8	29.7	25.2
18	26.0	32.0	29.3	28.3	28.5	32.2	25.7
19	27.5	33.0	30.4	29.6	28.6	34.0	25.8
20	26.0	31.2	29.3	28.1	27.9	31.6	25.5
21	26.5	33.4	29.1	28.9	28.5	33.6	26.0
22	26.0	30.1	30.1	27.6	26.4	30.5	23.9
23	25.0	30.4	26.1	26.6	26.6	31.9	24.6
24	26.4	31.5	30.3	28.7	28.9	32.2	25.4
25	26.1	32.4	30.6	28.8	28.8	34.6	26.1
26	27.5	33.2	31.0	29.8	29.2	34.0	25.9
27	27.1	33.5	29.9	29.4	28.8	34.5	25.1
28	26.8	32.4	29.4	28.9	28.1	33.6	25.6
29	26.0	31.0	29.6	28.2	27.9	32.4	25.9
30	26.6	31.3	29.7	28.6	29.0	31.8	26.6
31	27.1	31.4	29.9	28.7	28.5	32.0	26.0
Jumlah				884.3	869.7	1009.8	787.3
Rata ²				28.5	28.1	32.6	25.4

Sumber: BMG maritim Tanjung Perak Surabaya 2010

Surabaya mempunyai dua musim yang berbeda yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan rata rata terjadi pada bulan Nopember-April dan musim kemarau pada bulan Juli – Oktober, sedangkan pada bulan Mei – Juni dan Oktober- Nopember merupakan bulan peralihan.

Tabel 4.2 Curah Hujan tahun Surabaya 2010

TGL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES	JML
1	3.1	0.5	16.4	51.4	-	-	-	-	-	-	-	-	71.4
2	TTU	57.4	1.2	TTU	TTU	-	2.0	-	-	-	-	-	60.6
3	-	0.7	49.8	18.0	0.4	2.6	-	TTU	-	-	-	-	71.5
4	0.3	3.0	21.5	-	3.0	7.5	-	1.4	-	-	-	-	36.7
5	52.0	30.0	1.9	2.4	-	0.6	-	-	29.6	-	-	-	116.5
6	50.8	24.8	16.4	0.8	2.3	-	-	-	2.8	-	-	-	97.9
7	0.9	0.2	-	6.4	TTU	5.0	-	-	1.3	-	-	-	13.8
8	1.5	-	-	6.0	11.2	25.6	-	-	0.6	-	-	-	44.9
9	3.4	-	18.9	-	-	0.4	-	10.4	TTU				33.1
10	1.6	3.6	-	-	-	0.5	-	-	21.0	-	-	-	26.7
11	11.9	-	-	31.8	0.6	5.0	0.6	-	0.5	-	-	-	50.4
12	9.9	-	-	-	TTU	0.5	-	-	TTU	-	-	-	10.4
13	-	27.8	-	-	4.8	-	-	-	-	-	-	-	32.6
14	11.5	16.4	-	12.6	4.0	TTU	-	-	-	-	-	-	44.5
15	TTU	-	5.2	4.7	2.5	-	-	-	TTU	-	-	-	12.4
16	0.5	-	31.0	5.7	9.0	3.9	-	-	3.6	-	-	-	53.7
17	-	1.4	-	0.8	-	0.6	1.2	-	1.8	-	-	-	5.8
18	5.4	95.5	7.6	-	-	TTU	-	-	TTU	-	-	-	108.5
19	47.0	98.0	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	152.0
20	24.6	3.1	5.2	58.9	6.6	-	-	14.0	9.8	-	-	-	122.2
21	23.8	-	3.4	2.0	13.0	-	-	2.0	-	-	-	-	44.2
22	0.4	5.7	-	6.0	1.3	-	-	1.0	8.0	-	-	-	22.4
23	36.2	2.9	8.2	1.4	65.4	TTU	-	15.9	2.0	-	-	-	132.0
24	9.9	-	15.0	25.0	-	-	-	3.8	TTU	-	-	-	53.7
25	0.8	-	-	11.0	-	-	9.8	-	0.6	-	-	-	22.2
26	TTU	0.8	0.5	25.0	0.8	-	0.3	-	-	-	-	-	27.4
27	6.6	25.0	10.0	35.6	1.8	-	12.0	-	-	-	-	-	91.0
28	-	6.0	-	3.0	TTU	-	13.8	-	-	-	-	-	22.8

29	0.3	-	TTU	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	1.3
30	-	-	2.0	5.0	3.0	-	-	-	6.8	-	-	-	16.8
31	0.8	-	2.0	-		-			-	-	-	-	2.8
Jumlah	303.2	402.8	216.2	320.5	129.7	53.2	39.7	48.5	88.4	0.0	0.0	0.0	1602.2

Sumber : BMG maritim Tanjung Perak Surabaya 2010

Keterangan :

1. Tanda (-) : tidak ada hujan.
2. TTU : hujan tidak terukur.
3. Hujan dalam satuan mm.

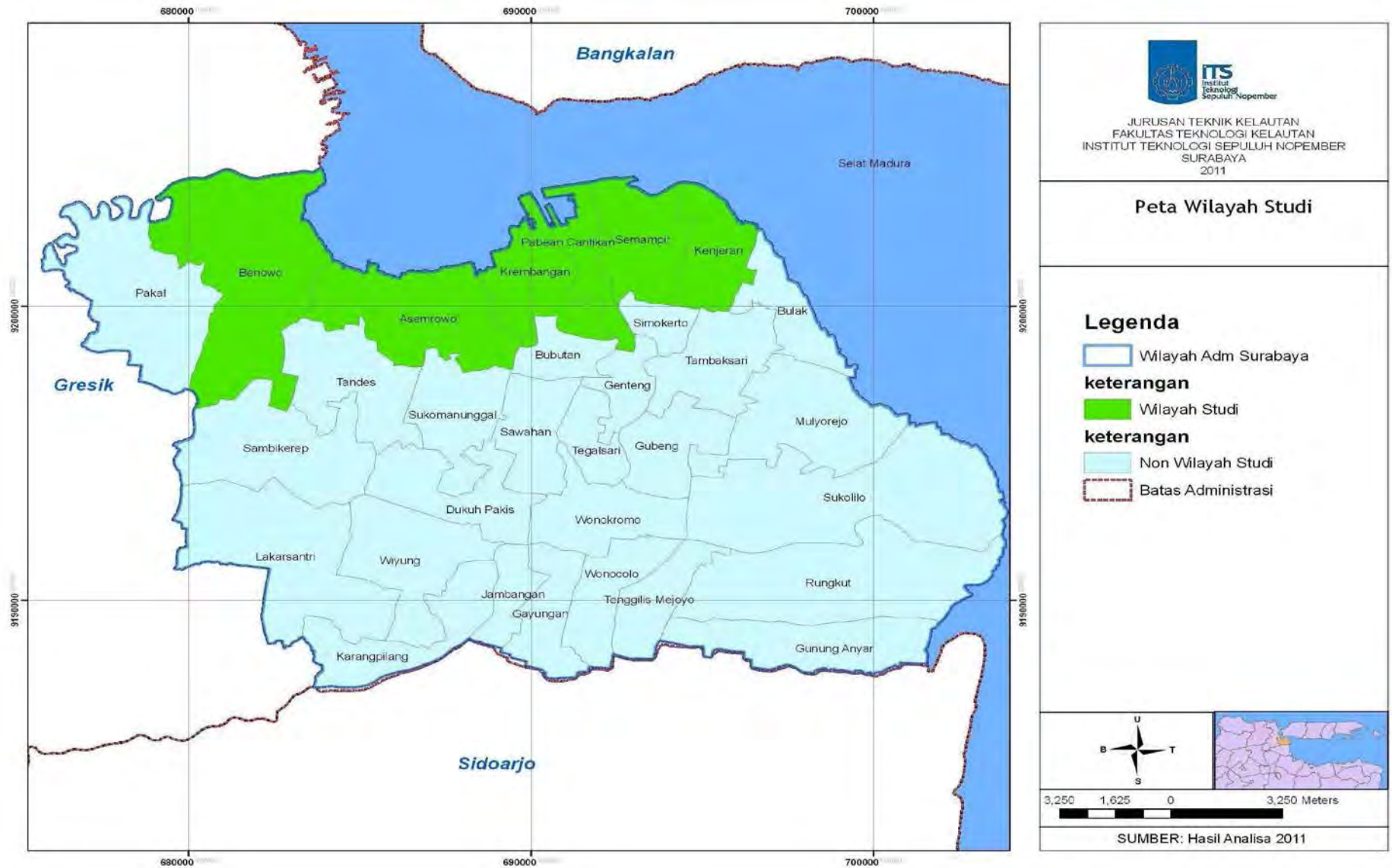
4.1.4 Kependudukan

Sebagai Ibukota Jawa Timur, Surabaya merupakan pusat kegiatan pemerintahan, industrial, dan aktivitas bisnis yang berada pada kawasan timur Indonesia. Jumlah penduduk hasil registrasi tahun 1994 sekitar 2,3 juta dengan pertumbuhan penduduk rata-rata adalah 0,96% dimana daerah pesisir Surabaya mempunyai tingkat pertumbuhan kependudukan yang tinggi dibanding kecamatan di Wilayah Kota Surabaya lainnya.

Mata pencaharian masyarakat di kawasan pesisir Surabaya mempunyai sumber nafkah utama di sektor perikanan, yaitu sebagai nelayan, petani tambak ikan/udang, garam, dan persewaan perahu. Faktor modal dan ketrampilan yang terbatas merupakan kendala dalam mengembangkan usahanya. Selain itu lahan yang semakin sempit untuk usaha tambak juga mulai dikeluhkan sebagian masyarakat. Berikut ini merupakan lokasi studi penelitian yang berada pada tabel 4.3 dan di intrepetasikan pada peta wilayah studi pada gambar peta 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Daerah Lokasi Studi di Surabaya Utara

Kecamatan	Kelurahan
Benowo	Romo Kalisari dan Tambak Oso Wilangun
Asemrowo	Tambak Langen, Greges dan Kalianget
Kenjeran	Kenjeran
Krembangan	Morokrembangan dan Peak Barat
Semampir	Ujung
Pabean Cantikan	Perak Utara dan Perak Timur



Gambar 4.1 Peta wilayah Studi

4.2 Data Penelitian Kondisi Fisik, Sosial dan Ekonomi Kota Surabaya

4.2.1 Daerah Pesisir Pantai

Daerah Pesisir Surabaya meliputi 10 wilayah kecamatan di Surabaya dengan panjang pantai 52,6 Km² dari Kecamatan Benowo hingga kecamatan Gunung anyar, berikut ini merupakan luas wilayah dan panjang pantai pada daerah studi :

Tabel 4.4 Panjang Pantai dan Luas Daerah Pasang Surut Air Laut Wilayah studi

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Panjang Pantai (Km ²)
1	Benowo	23.73	3.9
2	Asemrowo	15.44	6.2
3	Krembangan	8.34	3.9
4	Pabean Cantikan	6.8	9.8
5	Semampir	8.76	3.4
6	Kenjeran	7.77	3.4
Total		70.84	30.6

Sumber: Dinas Pertanian, 2009

4.2.2 Pasang Surut Air Laut Surabaya

Berdasarkan data BMG maritim Tanjung Perak Surabaya 2010 terdapat pasang maksimum pada daerah studi setinggi 150 cm dari permukaan air laut. Berikut adalah data pasang air laut maksimum dan minimum yang terjadi pada tahun 2010 di Kawasan Surabaya Utara:

Tabel 4.5 Pasang Surut Air Laut Januari-Juni 2010

	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI		JUNI	
TGL	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
1	160	-150	130	-130	120	-120	130	-110	130	-130	110	-110
2	150	-160	120	-120	110	-110	120	-110	120	-120	90	-90
3	140	-150	100	-90	110	-90	110	-100	100	-100	70	-70
4	130	-130	80	-70	110	-80	100	-90	90	-90	50	-50
5	120	-120	80	-40	100	-70	80	-80	70	-80	50	-40
6	90	-90	80	-60	90	-70	60	-80	60	-70	60	-30
7	80	-60	80	-60	70	-70	60	-80	70	-60	80	-40
8	80	-40	80	-80	60	-70	70	-80	70	-60	90	-60
9	90	-40	90	-100	60	-80	70	-80	80	-50	110	-90
10	100	-70	100	-110	70	-90	80	-80	90	-50	130	-110
11	110	-100	110	-120	80	-100	90	-70	110	-80	140	-130
12	120	-120	110	-120	80	-100	90	-60	120	-100	160	-140
13	130	-130	110	-120	90	-100	110	-80	140	-120	160	-150
14	130	-140	110	-110	90	-90	120	-100	150	-130	160	-150
15	130	-140	100	-100	90	-80	130	-110	150	-140	150	-140
16	120	-130	90	-90	90	-70	140	-120	150	-140	130	-130
17	110	-120	80	-70	100	-80	140	-120	150	-130	100	-110
18	100	-100	80	-60	110	-90	140	-110	130	-120	70	-90
19	90	-90	90	-50	120	-90	120	-100	110	-110	70	-70
20	80	-70	90	-50	110	-90	100	-100	80	-90	80	-50
21	60	-50	90	-60	110	-80	80	-90	60	-80	100	-60
22	70	-40	80	-70	100	-80	70	-90	80	-70	110	-90
23	70	-30	90	-70	80	-80	70	-90	100	-70	120	-110
24	80	-50	100	-90	80	-80	90	-90	120	-80	140	-130
25	100	-60	110	-110	80	-90	110	-80	130	-100	140	-140
26	110	-90	130	-120	90	-100	130	-90	140	-130	140	-150
27	130	-110	130	-130	100	-110	140	-110	150	-140	140	-150
28	140	-130	130	-130	110	-110	140	-130	150	-150	130	-130
29	150	-140			120	-110	140	-130	150	-150	120	-120
30	150	-150			130	-110	140	-130	140	-140	110	-100
31	140	-140			130	-110			120	-120		

Sumber: BMG maritim Tanjung Perak Surabaya 2010

Tabel 4.6 Pasang Surut Air Laut Juli-Desember 2010

	JULI		AGUSTUS		SEPTEMBER		OKTOBER		NOPEMBER		DESEMBER	
TGL	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
1	80	-80	60	-30	90	-50	90	-80	90	-80	110	-60
2	60	-60	70	-20	80	-60	70	-80	110	-80	130	-70
3	40	-40	70	-30	80	-80	70	-90	120	-80	140	-100
4	50	-30	80	-50	80	-100	90	-100	140	-90	150	-120
5	60	-20	90	-80	100	-110	110	-100	150	-110	150	-140
6	70	-40	100	-100	110	-120	120	-100	150	-130	150	-150
7	90	-70	120	-120	120	-120	130	-90	150	-140	140	-150
8	110	-100	130	-130	120	-120	140	-110	140	-140	130	-150
9	130	-120	140	-140	120	-100	140	-120	130	-140	120	-130
10	140	-130	140	-140	120	-90	130	-130	120	-130	110	-120
11	150	-150	140	-130	110	-100	120	-120	110	-110	90	-100
12	150	-150	130	-110	120	-100	120	-110	90	-100	70	-70
13	150	-150	110	-100	110	-90	110	-100	70	-80	50	-60
14	140	-130	100	-70	100	-80	90	-90	70	-70	60	-40
15	120	-110	90	-60	80	-80	70	-80	70	-60	70	-20
16	100	-100	90	-60	70	-80	70	-80	80	-50	90	-30
17	80	-70	80	-60	70	-90	80	-80	90	-40	100	-60
18	80	-40	80	-70	70	-100	80	-80	100	-50	120	-80
19	80	-40	80	-90	80	-100	90	-70	120	-80	140	-110
20	90	-70	90	-110	80	-100	100	-60	130	-100	150	-120
21	100	-90	100	-120	90	-90	110	-60	140	-110	150	-140
22	110	-110	100	-120	90	-80	120	-80	150	-130	160	-140
23	120	-130	110	-120	100	-70	130	-100	150	-140	150	-140
24	130	-140	110	-110	100	-70	140	-110	150	-130	130	-140
25	130	-140	100	-90	110	-80	140	-120	130	-130	130	-120
26	120	-130	90	-80	120	-90	140	-120	130	-120	110	-110
27	120	-120	80	-60	120	-90	130	-120	110	-110	80	-90
28	110	-100	90	-50	110	-90	130	-110	90	-100	80	-70
29	100	-90	90	-60	110	-80	110	-100	80	-80	90	-50
30	80	-70	90	-60	100	-80	90	-90	90	-70	110	-50
31	60	-50	90	-50			70	-90			120	-80

Sumber: BMG Maritim Tanjung Perak Surabaya 2010

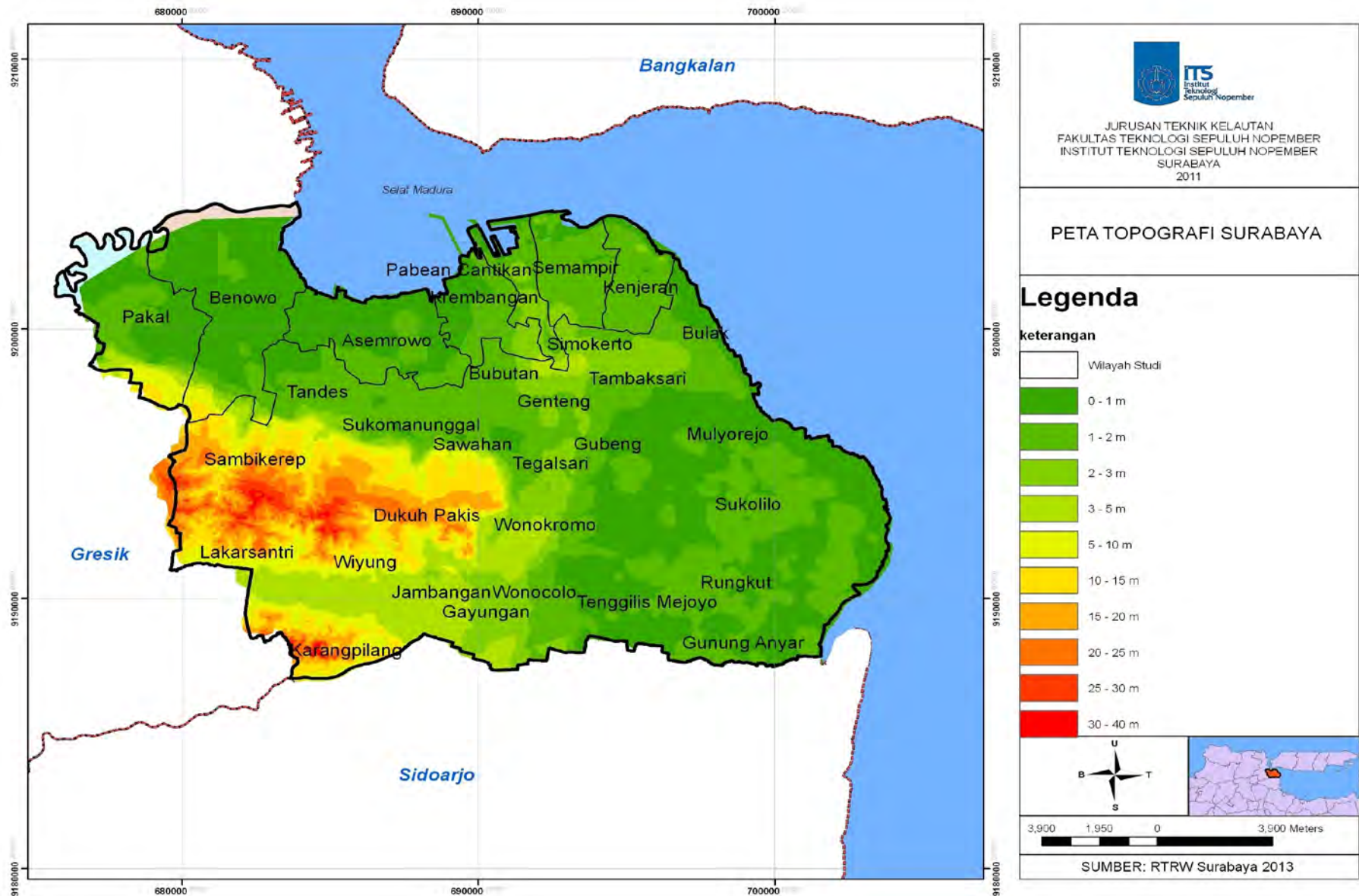
4.2.3 Topografi

Variabel topografi sebesar 80.72% dari luas tanah seluas 32.639 Ha, merupakan wilayah dataran rendah yang bervariasi pada ketinggian 0-3 meter diatas permukaan air laut. Sedangkan sisanya sekitar 20% merupakan daerah perbukitan, Kondisi topografi Surabaya ditunjukkan pada gambar peta 4.2.

Wilayah dataran rendah meliputi wilayah-wilayah Surabaya Timur, Surabaya Utara, dan sebagian dari wilayah Surabaya Selatan. Dataran rendah tersebut terletak pada ketinggian <10 m dari permukaan laut dan mempunyai kemiringan permukaan sebesar <3%. Dataran rendah terbentuk oleh endapan alluvial yang terdiri dari endapan sungai dan endapan pantai. Endapan sungai merupakan endapan sungai Brantas serta cabang-cangan sungainya dan endapan sungai Rowo. Endapan sungai umumnya berukuran pasir (0,075 mm s.d 2 mm) Bagian timur dan utara sampai sepanjang Selat Madura dibentuk oleh endapan pantai yang masuk ke daratan sampai lebih kurang 5 km. Endapan pantai tersebut terdiri dari lempung, lanau dan lempung kelanauan (*The Impact of Sea Level Rise on Indonesian Coastal Cities Proceeding, 1994*).

Studi geologis yang dilakukan Direktorat Geologi Bandung tentang daya dukung tanah mengemukakan bahwa:

1. Susunan tanah di Surabaya tidak merata atau tidak sejenis dan mempunyai daya dukung tanah yang berbeda-beda.
2. Kecamatan Wonokromo, Sawahan, Genteng, Tegalsari, Gubeng, Tambaksari, Simokerto, Semampir, Pabean Cantikan, Krembangan dan Bubutan, tebal permukaan tanahnya adalah 10-18 meter dan terletak di atas dasar tanah liat. dan pondasi bangunan tinggi harus mencapai kedalaman 25-30 meter.
3. Surabaya Barat merupakan tanah liat sehingga untuk lahan pertanian tidak cocok.



Gambar 4.2 Peta Topografi Lokasi Studi

4.2.4 Jumlah dan Kepadatan Penduduk

Pada tahun 2004 penduduk Kota Surabaya mencapai 2.692.488 jiwa dan terus meningkat hingga mencapai angka 2.951.755 jiwa pada tahun 2010. Secara umum rata-rata pertumbuhan penduduk Kota Surabaya kurun waktu 2004-2010 mencapai 2,047% per tahun, dimana kepadatan tinggi di berada di pusat kota yaitu kecamatan Pabean Cantikan, kecamatan Simokerto, dan kepadatan sangat tinggi di Kecamatan Simokerto. Kepadatan rendah berada di Surabaya Utara yaitu kecamatan Benowo, Lakarsantri, Pakal, Sambikerep, dan Asemrowo. (Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010).

Gambar 4.3 Jumlah Penduduk Kota Surabaya 2004-2010



Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

Variabel tingkat kepadatan dan jumlah penduduk yang bermukim dalam suatu wilayah merupakan hal yang penting dalam penilaian kerentanan bencana. Hal ini karena dengan semakin padatnya suatu kawasan yang rawan terhadap bencana, maka semakin rentan masyarakat yang ada dikawasan tersebut. Dengan semakin rentan masyarakat yang ada di wilayah tersebut tentunya akan berdampak pula terhadap kerentanan wilayah tersebut

Jumlah penduduk di wilayah penelitian pada tahun 2010 adalah 624.642 jiwa, sebesar 21% dari jumlah penduduk keseluruhan Kota Surabaya dengan kepadatan 750 jiwa/ ha. Dari 6 kecamatan yang di wilayah studi, jumlah penduduk tertinggi berada di Kecamatan Pabean Cantikan dengan jumlah penduduk sebesar 194.139 jiwa dengan kepadatan penduduk 286 jiwa/ha dan Kecamatan Asemrowo merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk terendah sebesar 38.778 jiwa dengan kepadatan 25 jiwa/ha. Kepadatan penduduk terendah berada pada kecamatan benowo yaitu sebesar 20 jiwa/ha. Jumlah penduduk serta kepadatan penduduk di wilayah studi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah dan Kepadatan Penduduk Wilayah Studi Tahun 2010

No	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Penduduk (jiwa)	Kepadatan (jiwa/ha)
1	Benowo	2373.99	47.223	20
2	Asemrowo	1544.1	38.778	25
3	Krembangan	834.14	122.561	147
4	Pabean Cantikan	679.55	194.139	286
5	Semampir	876.75	91.332	104
6	Kenjeran	777.01	130.609	168
Total		7085.54	624.642	750

Sumber: Surabaya Dalam Angka, 2010

4.2.5 Laju Pertumbuhan Penduduk

Kota Surabaya dengan jumlah penduduk hampir 3 juta jiwa, merupakan kota terbesar kedua Indonesia dan terpadat kedua di Indonesia, dewasa ini 65% penduduk Pulau Jawa hidup di pesisir pantai dengan tingkat pertumbuhan Penduduk Pesisir Jawa mencapai angka 2,2% pertahun (di atas pertumbuhan penduduk rata-rata nasional). Pada wilayah studi laju pertumbuhan penduduk tertinggi berada di Kecamatan Semampir, dengan laju pertumbuhan penduduk

sebesar 18.98% , dimana Kecamatan Semampir merupakan kecamatan termiskin di Surabaya dan laju pertumbuhan penduduk terendah berada di Kecamatan Asemrowo -0,72%.

Variabel laju pertumbuhan penduduk merupakan hal yang penting dalam penilaian kerentanan bencana. Hal ini karena dengan semakin tingginya laju pertumbuhan penduduk suatu kawasan yang rawan terhadap bencana, maka semakin rentan masyarakat yang ada di kawasan tersebut. Dengan semakin rentan masyarakat yang ada di wilayah tersebut tentunya akan berdampak pula terhadap kerentanan wilayah tersebut. Berikut ini merupakan laju pertumbuhan penduduk di wilayah studi pada tahun 2010.

Tabel 4.8 Laju Pertumbuhan Penduduk Wilayah Studi Tahun 2010

No	Kecamatan	Lahir (A)	Mati (B)	Datang (C)	Pergi (D)	Laju Perumbuhan (%)
1	Benowo	693	188	1635	533	16.07
2	Asemrowo	607	417	994	1256	-0,72
3	Krembangan	40	437	2612	1420	7.95
4	Pabean Cantikan	336	367	860	367	4.62
5	Semampir	118	462	3022	780	18.98
6	Kenjeran	459	528	4538	3078	13.91
Total		2253	2399	13661	7434	61.53

Sumber: Surabaya Dalam Angka, 2010

4.2.6 Jumlah Penduduk Usia Tua dan Balita

Variabel kriteria Jumlah penduduk berdasarkan usia didasarkan pada UU No.24 Tahun 2007 dan konsep praktis kerentanan bencana. Pada kedua dasar fundamental tersebut menyebutkan bahwa komposisi usia akan berdampak pada

kerentanan masyarakat yang ada. Semakin banyak komposisi penduduk usia tua dan balita tentunya akan lebih rentan masyarakat yang ada di wilayah rawan bencana. Pada variabel ini pula juga ditinjau bahwa dengan semakin banyak komposisi jenis kelamin wanita di wilayah yang rawan maka semakin rentan pula masyarakat yang ada di wilayah tersebut. Hal ini didasari bahwa kondisi wanita yang secara umum dinilai lebih lemah dibandingkan dengan kondisi fisik laki-laki (Miladan,2009). Dengan adanya kondisi tersebut maka akan lebih rentan penduduk wanita ketimbang penduduk laki-laki.

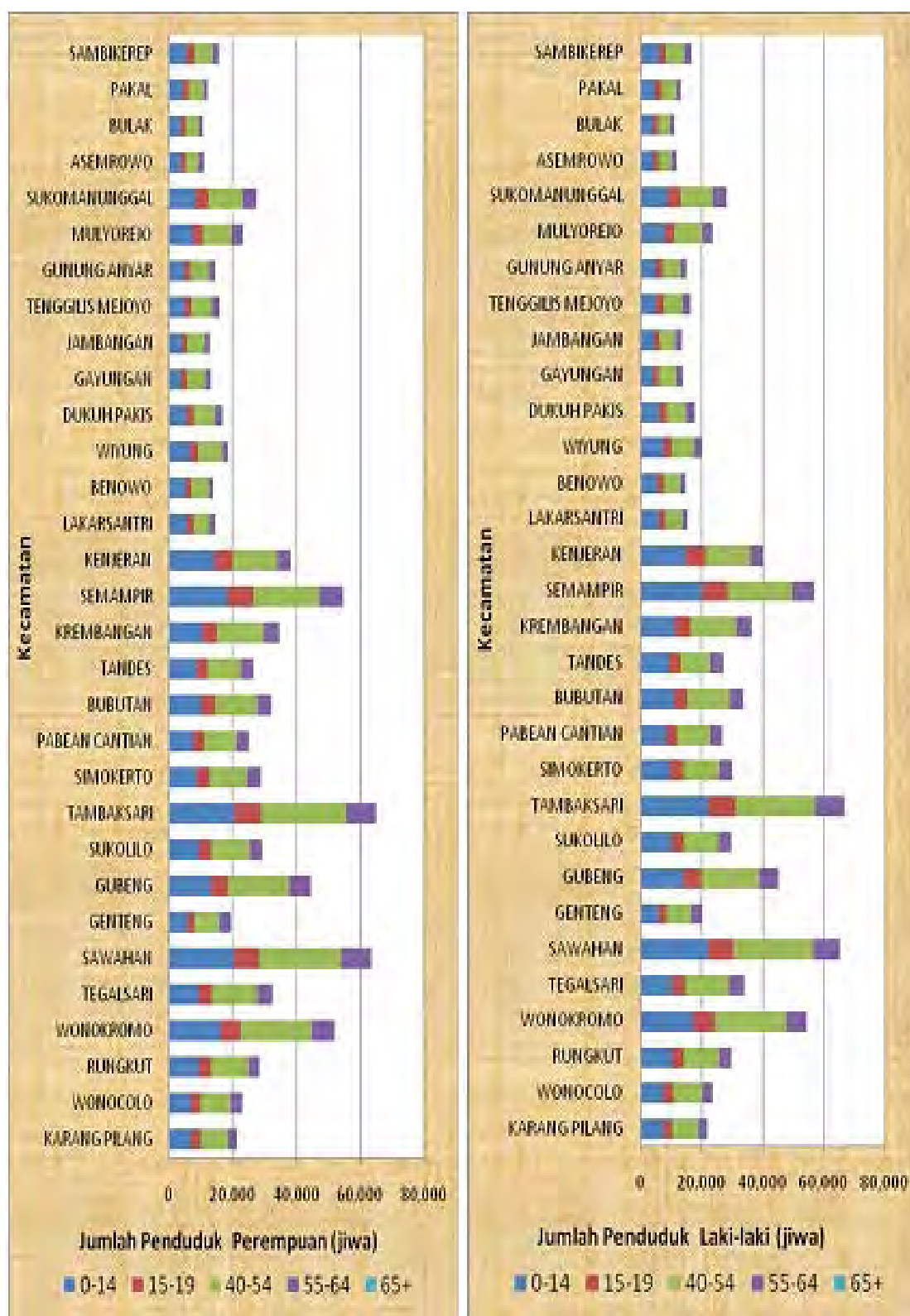
Persentase tertinggi jumlah penduduk usia tua dan balita terhadap total jumlah penduduk di wilayah studi pada tahun 2010 berada di Kecamatan Semampir 21,4% dan terendah di Kecamatan Pabean Cantikan dengan presentase 4,5% . berikut ini merupakan jumlah penduduk usia tua dan balita di Kawasan Pesisir Surabaya

Tabel 4. 9 Jumlah Penduduk Usia Tua dan Balita di Wilayah Studi Tahun 2010

No	Kecamatan	Balita 0-5th	Tua >55th	Balita & Tua	Persentase terhadap keseluruhan (%)
1	Benowo	5940	2233	8173	17.3
2	Asemrowo	2542	2664	5206	13.4
3	Krembangan	5149	12678	17827	14.5
4	Pabean Cantikan	5678	3095	8773	4.5
5	Semampir	15272	4279	19551	21.4
6	Kenjeran	8531	7019	15550	11.9
Total		43112	31968	75080	83

Sumber: Surabaya Dalam Angka,2010

Gambar 4.4 Jumlah Penduduk Menurut Golongan Umur Tiap Kecamatan 2010



Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

4.2.7 Penduduk yang Bekerja di Pesisir

Variabel ini berdasarkan pada Undang-Undang Penataan Ruang yang memuat kawasan produksi/usaha/industri sebagai bagian penting ruang perkotaan. Wilayah studi berada di daerah Pesisir Surabaya, sehingga sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani tambak yang memproduksi ikan dan garam untuk pasokan bahan pangan ke kota.

Luas lahan pertambakan yang berada di wilayah studi adalah 22680.84 ha dengan total jumlah pekerja sebanyak 376 jiwa. Kenaikan muka air laut dapat menimbulkan kerugian kepada para penduduk yang bekerja di pertanian tambak karena air laut yang naik dan menggenangi daerah usaha. Berikut ini tabel 4.10 yang merupakan luas lahan dan jumlah bekerja:

Tabel 4.10 Luas Lahan dan Jumlah Pekerja di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Luas Pertambakan (ha)	Jumlah Penduduk yang bekerja di pertambakan
1	Benowo	19842.8	146
2	Asemrowo	2280.24	60
3	Krembangan	-	40
4	Pabean Cantikan	-	22
5	Semampir	-	31
6	Kenjeran	557.8	77
Total		22680.84	376

Sumber: RTRW Kota Surabaya, 2010

Adanya kondisi ini tentu saja merupakan sektor yang rentan jika benar terjadi bencana. keberadaan lokasi usaha/produksi merupakan faktor penting dalam penilaian kerentanan karena dengan lumpuhnya sektor ini jika pada saat terjadi bencana, maka akan mengganggu perekonomian masyarakat karena kehilangan lapangan pekerjaan.

4.2.8 Kawasan Terbangun

Variabel persentase kawasan terbangun ini diasumsikan dapat mewakili berbagai sarana dan prasarana yang ada di wilayah tersebut. Persentase kawasan terbangun ini juga dapat mewakili keberadaan areal pemukiman penduduk yang rawan terhadap kemungkinan bencana tersebut.

Pada wilayah studi ini terdapat sejumlah bangunan sebanyak 129272 unit, dengan tingkat kepadatan bangunan sebesar 205,06 unit/ha, dengan dibandingkan dengan luas wilayah studi. Jumlah bangunan terbanyak terdapat pada Kecamatan Semampir sebanyak 32.629 unit, dimana mayoritas merupakan pemukiman masyarakat dan jumlah bangunan terendah berada di Kecamatan Benowo dengan jumlah 10981 unit, hal ini cukup linier dengan salah satu tingkat kependudukan di Surabaya yang rendah. Sedangkan kepadatan bangunan tertinggi berada pada Kecamatan Semampir, sebesar 37,22 unit/ha dan terendah berada di kecamatan Benowo sebesar 4,1 unit/ha. Berikut merupakan rincian jumlah bangunan dan kepadatan bangunan di wilayah studi

Tabel 4.11 Jumlah Bangunan dan Kepadatan Bangunan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Jumlah Bangunan (unit)	Kepadatan Bangunan (unit/ha)
1	Benowo	2373.99	10981	4.1
2	Asemrowo	1544.1	11319	7.33
3	Krembangan	834.14	27315	32.75
4	Pabean Cantikan	679.55	19515	28.72
5	Semampir	876.75	32629	37.22
6	Kenjeran	777.01	27513	36.01
Total		7085.54	129272	146.13

Sumber: Dinas PMK Kota Surabaya, 2010

4.2.9 Jaringan Jalan

Kerentanan Jaringan jalan dinilai melalui perbandingan panjang jalan yang tergenang dengan total panjang jalan yang ada di wilayah tersebut. Rasio panjang jalan tersebut dapat juga untuk merepresentasikan kerentanan jaringan drainase (PDAM) dan jaringan sanitasi. Hal ini didasarkan bahwa jaringan-jaringan tersebut mengikuti pola jaringan jalan yang ada (Miladan,2009). Total panjang jalan di wilayah studi adalah 165.532 meter dengan panjang jalan terpanjang berada pada Kecamatan Krembangan dimana kecamatan krembangan merupakan jalan arteri penhubung antara Kota Gresik dan akses menuju Pelabuhan Tanjung Perak, dengan panjang jalan 46.843meter dan terpendek terdapat pada Kecamatan Asemrowo 12.764 meter dimana luas wilayah kecamatannya termasuk kecil. Berikut adalah tabel 4.12 rincian panjang jalan pada wilayah studi:

Tabel 4.12 Panjang Jalan Kecamatan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Panjang Jalan (m)
1	Benowo	15.969
2	Asemrowo	12.764
3	Krembangan	46.843
4	Pabean Cantikan	31.955
5	Semampir	27.284
6	Kenjeran	30.717
Total		165.532

Sumber: Dinas PU Bina Marga dan Pematusan,2010

4.2.10 Tingkat Kemiskinan

Variabel tingkat kemiskinan dianggap dapat mewakili kerentanan ekonomi penduduk yang berada pada wilayah studi. Adanya penduduk yang tergolong miskin tentunya akan berpengaruh terhadap kesiagaan penduduk terhadap bencana. Jika dalam suatu kawasan tersebut terdapat banyak warga miskin tentunya akan menyebabkan kerentanan ekonomi penduduk tergolong tinggi dan

hal itu tentunya juga dapat menilai kerentanan penduduk secara umumnya. Berikut ini tabel 4.13 yang merupakan tingkat kemiskinan tahun 2010 di wilayah studi :

Tabel 4.13 Tingkat Kemiskinan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	KK miskin	Jumlah kk	Persentase (%)
1	Benowo	1503	38184	0.04
2	Asemrowo	3310	5796	0.57
3	Krembangan	6277	31982	0.20
4	Pabean Cantikan	6908	19601	0.35
5	Semampir	16606	31564	0.53
6	Kenjeran	5770	29677	0.19
Total		40374	156804	1.88

Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

Tabel 4.14 Laju Penduduk Miskin Tahun 2005-2010

Tahun	Jumlah (jiwa)	peningkatan	
		(%)	Laju(%)
2005	424.454	-	-
2006	377.832	-10.99	-5.61
2007	431.331	14.15	6.61
2008	550.763	27.69	12.16
2009	440.601	-20	-11.11
2010	356.71	-19.04	-10.52

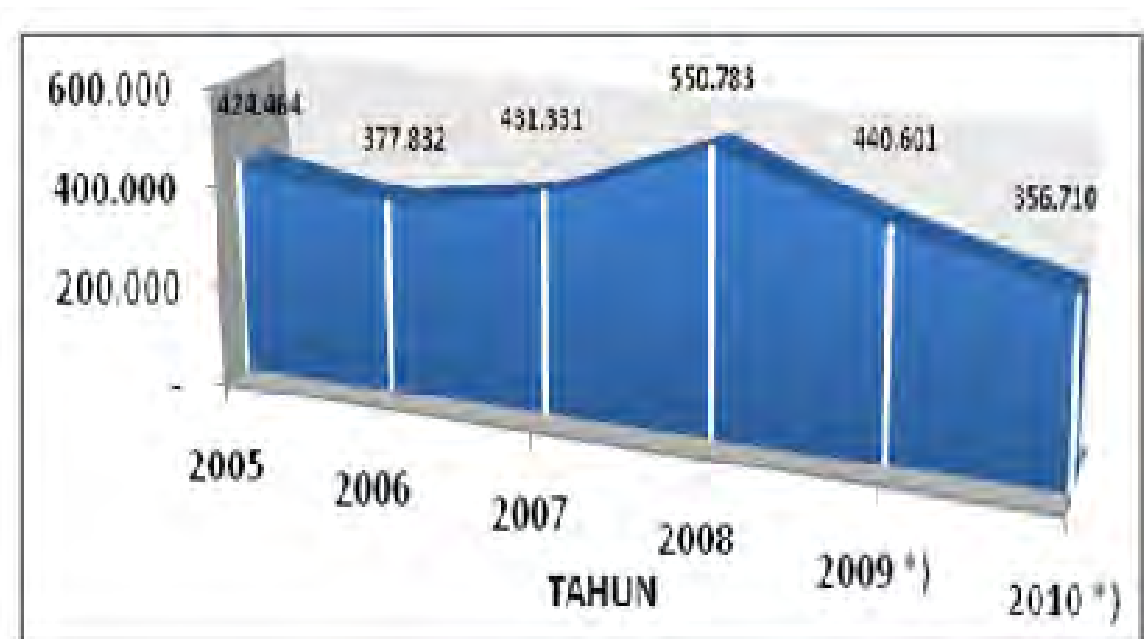
Sumber: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

Gambar 4.5 Jumlah Penduduk Miskin Tiap Kecamatan 2010



Sumber: BPS Kota Surabaya 2010

Gambar 4.6 Jumlah Penduduk Menurut Golongan Umur Tiap Kecamatan 2010



Sumber: Bappemas dan KB 2010

4.3 Analisa kenaikan Muka Air Laut Surabaya



Gambar 4.7 Sea level di Akses menuju pelabuhan (Perak Utara)



Gambar 4.8 Sea level di Asemrowo



Keterangan Penelitian :
Hari : Jum'at
Tanggal : 18 Mei 2011
Waktu : 10.00 WIB

Gambar 4.9 Sea level di Morokrembangan

Kenaikan permukaan air laut mengancam keberadaan seluruh wilayah pesisir Indonesia, terutama Kota Surabaya. Dalam hal ini perubahan iklim menjadi penyebab terjadinya kenaikan paras muka air laur di pantai utara Pulau Jawa antara 4-10 mm/tahun. Berdasarkan data pasang surut Surabaya dalam periode 20 tahun oleh Bakosurtanal dari tahun 1984-2004, Kenaikan muka air laut mengalami trend kenaikan yang cukup besar dan perlu tindakan antisipatif yaitu 4.8 mm/tahun.

Sea level rise ini berpotensi menggenangi seluruh kecamatan wilayah studi yaitu kecamatan Benowo, Asemrowo, Krembangan, Pabean Cantikan, Semampir, Kenjeran.

Berdasarkan pendapat responden yang bermukim di wilayah tersebut, *sea leve rise* ini terjadi pada antara tanggal 1 hingga 15 setiap bulannya namun ketinggian dari pasang surut air laut ini dipengaruhi oleh posisi dari bumi, bulan dan matahari. Jika terjadinya pasang air laut bersamaan dengan curah hujan yang tinggi, maka akan menambah ketinggian banjir di kawasan tersebut. Ketinggian tertinggi berdasarkan pendapat responden adalah kisaran 60 cm- 100 cm di wilayah Kecamatan Morokrembangan. Ketinggian banjir di masing-masing wilayah sangat ditentukan dengan ketinggian topografi di wilayah tersebut karena sesuai dengan sifat dasar air yang mengalir dari tempat tinggi menuju tempat yang lebih rendah.

4.3.1 Analisis Regresi Logistik Wilayah Studi

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh kenaikan muka air laut pada masyarakat, dan membuktikan apakah bencana tersebut benar-benar terjadi atau tidak di wilayah studi. Regresi logistik atau yang biasa disebut model logit merupakan salah satu dari *qualitative response regression models* yang tujuan utamanya adalah untuk meneukan probailitas terjadinya suatu peristiwa, dalam hal ini mengenai kebencanaan yaitu naiknya permukaan air laut di enam kecamatan di Kota Surabaya.

4.3.1.1 Variabel Penelitian

Analisis ini menggunakan variabel penelitian yang terdiri dari dua variabel, yaitu variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel responnya merupakan data multinomial dimana data tersebut memiliki 3 macam bencana kenaikan muka air laut, yaitu banjir kenaikan muka air laut, intrusi air laut, dan erosi akibat kikisan oleh hempasan air laut.

Variabel predictor merupakan factor yang memperngaruhi variabel respon, variabel ini terbagi menjadi 3 macam faktor, yaitu gangguan jaringan drainase, kerusakan lingkungan pesisir pantai, dan kenaikan massa air laut.

4.3.1.2 Uji Validitas

Uji ini digunakan untuk menguji keseuaian variabel dengan atribut kuisioner. Data dikatakan valid ketika variabel yang bersesuaian memiliki kolerasi dengan variabel lainnya sesuai dengan teori yang ada. Sebelum dianalisis, data dikelompokkan berdasarkan criteria masing-masing pertanyaan. Berikut merupakan hasil uji validitas data :

H0 : Data memiliki hubungan

H1 : Data tidak memiliki hubungan (independen)

H0 ditolak apabila korelasi kurang dari 70%

Tabel 4.15 Output uji validitas

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Korelasi dengan faktor	0.92	0.88	0.83	0.76	0.76	0.78	0.74	0.85	0.93	0.94	0.73	0.78	0.75	0.89

Sumber : Hasil analisis, 2011

Karena semua nilai korelasi di atas 70%, maka dinyatakan data hasil kuesioner masyarakat di enam kecamatan adalah valid. Sehingga dapat dilakukan analisis selanjutnya.

4.3.1.3 Uji Reabilitas

Uji reabilitas merupakan uji untuk mengetahui sejauh mana data bisa dipercaya dengan maksud untuk mendeteksi adanya manipulasi pengamat. Dalam penelitian ini, uji reabilitas yang digunakan adalah spearman born. Data dikatakan reliable apabila nilai R yang didapat lebih besar dari 80%. Berikut adalah pengujiannya

Tabel 4.16 Pengelompokan validasi

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Ganjil	Genab	d	S
1	2	2	4	1	1	2	5	4	3	3	4	4	3	4	22	20	-2	42
2	1	2	3	4	5	2	1	1	5	1	1	1	2	3	18	14	-4	32
3	1	3	3	1	2	1	4	4	2	1	4	1	3	4	19	15	-4	34
4	1	2	3	1	1	3	4	2	3	1	1	1	2	1	15	11	-4	26
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	2	2	4	28	31	3	59
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	2	2	4	28	31	3	59
7	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	1	2	2	2	26	27	1	53
8	5	5	5	3	4	5	5	5	5	1	1	3	3	4	28	26	-2	54
9	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5	1	1	3	3	28	27	-1	55
10	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	3	3	4	5	31	31	0	62
11	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	1	1	1	1	25	25	0	50
12	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	1	1	3	4	29	28	-1	57
13	1	3	3	1	3	4	2	1	1	1	2	3	4	4	16	17	1	33
14	2	4	3	2	4	5	4	2	2	2	2	3	2	2	19	20	1	39
15	2	4	4	1	4	4	2	4	4	4	1	1	3	2	20	20	0	40
16	3	4	4	2	4	4	3	3	3	3	1	1	3	4	21	21	0	42
17	3	4	4	2	4	4	3	3	3	3	1	1	3	4	21	21	0	42
18	2	4	4	1	4	4	2	4	4	4	1	1	3	2	20	20	0	40
19	3	4	3	1	3	5	4	2	3	3	3	3	3	4	22	22	0	44
20	1	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	9	11	2	20
21	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	11	9	-2	20
22	1	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	9	11	2	20
23	3	3	3	1	3	5	3	2	1	1	1	1	1	2	15	15	0	30
24	3	3	3	1	3	5	3	2	1	1	1	1	1	2	15	15	0	30
25	1	3	3	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	10	12	2	22
26	1	3	3	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	11	12	1	23
27	4	4	4	1	3	4	3	2	3	4	1	2	4	3	22	20	-2	42
28	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	19	19	0	38
29	4	4	3	1	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	18	15	-3	33
30	4	4	2	2	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	17	16	-1	33
31	4	4	3	1	3	5	4	3	3	3	2	2	2	2	21	20	-1	41
Varian																	3,57	155

Sumber : Hasil Analisis 2011

Rumus:

$$r_{xx'} = 1 - \frac{s_d^2}{s_x^2} = 1 - \frac{3.57}{155} = 0.977$$

Karena nilai R di atas 80%, maka dapat dinyatakan bahwa data reliable sesuai dengan historis karena menunjukkan tingkat kepercayaan sebesar 97,7%. Sehingga bisa dilakukan analisis selanjutnya.

4.3.1.4 Analisis Regresi Logistik Multinomial

Analisis regresi multinomial digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel predictor terhadap variabel respon. Regresi multinomial dipakai karena ada 3 macam variabel respons, namun variabel respon tersebut tidak memiliki perbedaan strata.

Variabel respon :

- 1 : Kejadian bencana banjir kenaikan muka air laut
- 2 : Kejadian bencana intrusi air laut
- 3 : Kejadian bencana erosi air laut

Variabel predictor

- 1 : Kerusakan drainase
- 2 : Kenaikan massa air laut
- 1 : Kerusakan lingkungan

4.3.1.5 Variabel Gangguan Drainase (X_1) dengan Kejadian bencana air laut

Hipotesis:

- $H_0 : \beta x_1 = 0$, variabel gangguan drainase tidak berpengaruh terhadap kejadian bencana kenaikan muka air laut
- $H_1 : \beta x_1 \neq 0$, variabel gangguan drainase berpengaruh terhadap kejadian bencana kenaikan muka air laut

Taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika nilai W^2 (Wald) $> \chi^2_{(df, \alpha)}$ atau P-value $< \alpha$

Statistik Uji:

Tabel 4.17. Model Fitting X_1 dan Y

Model Fitting X_1 dan Y				
Model	Model Fitting			
	-2 Log likelihood	ChiSquare	Df	Pvalue
Intercept	31.985 21.865	10.12	2	0.018

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai P-value sebesar 0,018. Nilai P-value $< \alpha$ 0,05 maka tolak H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa gangguan drainase berpengaruh akibat kejadian bencana kenaikan muka air laut

4.3.1.6 Variabel Kenaikan Massa Air Laut (X_2) dengan Kejadian Bencana Air Laut

Hipotesis:

$H_0 : \beta_{x_1} = 0$, variabel Kenaikan Massa Air Laut tidak berpengaruh terhadap Kejadian bencana kenaikan muka air laut

$H_1 : \beta_{x_1} \neq 0$, variabel Kenaikan Massa Air Laut berpengaruh terhadap Kejadian bencana kenaikan muka air laut

Taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika nilai W^2 (Wald) $> \chi^2_{(df, \alpha)}$ atau P-value $< \alpha$

Statistik Uji:

Tabel 4.18. Model Fitting X₂ dan Y

Model Fitting X ₂ dan Y				
Model	Model Fitting			
	-2Log likelihood	ChiSquare	Df	Pvalue
Intercept	43.324 28.582	14.742	2	0.022

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai P-value sebesar 0,018. Nilai P-value < alpha 0,05 maka tolak H₀ sehingga dapat disimpulkan Kenaikan Massa Air Laut berpengaruh akibat Kejadian bencana kenaikan muka air laut

4.3.1.7 Variabel Kerusakan Lingkungan (X₃) dengan Kejadian Bencana Air Laut

Hipotesis:

H₀ : $\beta x_1 = 0$, variabel Kerusakan Lingkungan tidak berpengaruh terhadap Kejadian bencana kenaikan muka air laut

H₁ : $\beta x_1 \neq 0$, variabel Kerusakan Lingkungan berpengaruh terhadap Kejadian bencana kenaikan muka air laut

Taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika nilai W^2 (Wald) $> \chi^2_{(df, \alpha)}$ atau P-value $< \alpha$

Statistik Uji:

Tabel 4.19. Model Fitting X3 dan Y

Model Fitting X ₃ dan Y				
Model	Model Fitting			
	-2 Log likelihood	ChiSquare	Df	Pvalue
Intercept	44.8 28.622	16.17	2	0.013

Berdasarkan Tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai P-value sebesar 0,013. Nilai P-value $< \alpha$ 0,05 maka tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan Kerusakan Lingkungan berpengaruh akibat kejadian bencana kenaikan muka air laut.

Setelah sebelumnya, telah dilakukan uji individu dimana variabel-variabel yang akan dimasukkan ke dalam model adalah variabel yang signifikan secara individu dan dalam uji individu yang telah dilakukan semua variabel signifikan terhadap kenaikan muka air laut, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan pada regresi logistik multinomial secara serentak sebagaimana yang dijelaskan sebagai berikut

Tabel 4.20 Output Permodelan SPSS

Parameter Estimates

VAR00001 ^a	B	Std. Error	Wald	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	15.843	1949.099	.000			
[VAR00002=2.00]	-30.264	5357.150	.000	7.183E-14	.000	. ^b
[VAR00002=3.00]	.310	4490.015	.000	1.363	.000	. ^b
[VAR00002=4.00]	1.820	4836.762	.000	6.172	.000	. ^b
[VAR00002=5.00]	0 ^c	.	.	.	.	.
[VAR00003=2.00]	-5.117	8516.261	.000	.006	.000	. ^b
1. [VAR00003=3.00]	-31.878	4746.303	.000	1.430E-14	.000	. ^b
[VAR00003=4.00]	-31.943	3549.455	.000	1.341E-14	.000	. ^b
[VAR00003=5.00]	0 ^c	.	.	.	.	.
[VAR00004=1.00]	62.371	4321.630	.000	1.223E27	.000	. ^b
[VAR00004=2.00]	34.666	6986.999	.000	1.135E15	.000	. ^b
[VAR00004=3.00]	31.078	3134.030	.000	3.139E13	.000	. ^b
[VAR00004=4.00]	0 ^c	.	.	.	.	.
Intercept	15.843	1949.099	.000			
[VAR00002=2.00]	-106.679	6330.027	.000	4.677E-47	.000	. ^b
[VAR00002=3.00]	-30.838	3537.117	.000	4.047E-14	.000	. ^b
[VAR00002=4.00]	-14.745	4218.091	.000	3.948E-7	.000	. ^b
[VAR00002=5.00]	0 ^c	.	.	.	.	.
[VAR00003=2.00]	40.548	7960.493	.000	4.070E17	.000	. ^b
2. [VAR00003=3.00]	-30.235	3136.352	.000	7.399E-14	.000	. ^b
[VAR00003=4.00]	-16.071	.000	.	1.048E-7	1.048E-7	1.048E-7
[VAR00003=5.00]	0 ^c	.	.	.	.	.
[VAR00004=1.00]	77.554	5765.681	.000	4.801E33	.000	. ^b
[VAR00004=2.00]	49.249	7139.542	.000	2.446E21	.000	. ^b
[VAR00004=3.00]	31.771	3134.030	.000	6.279E13	.000	. ^b
[VAR00004=4.00]	0 ^c	.	.	.	.	.

- a. The reference category is: 3.00.
- b. Floating point overflow occurred while computing this statistic. Its value is therefore set to system missing.

Sumber : hasil analisis, 2011

$$\text{Logit (1)} : y(1) = 1.483 + 34.66x_1 + 31.1x_2 + 28.12 x_3$$

$$\text{Logit (2)} : y(2) = 1.12 + 77.554 x_1 + 49.24 x_2 + 31.77 x_3$$

Dari kedua fungsi logit di atas, maka didapatkan model logistik multinomial sebagai berikut :

$$\hat{\pi}_0(x) = \frac{1}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x)}$$

$$\hat{\pi}_1(x) = \frac{\exp g_1(x)}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x)}$$

$$\hat{\pi}_2(x) = \frac{\exp g_2(x)}{1 + \exp g_1(x) + \exp g_2(x)}$$

Keterangan :

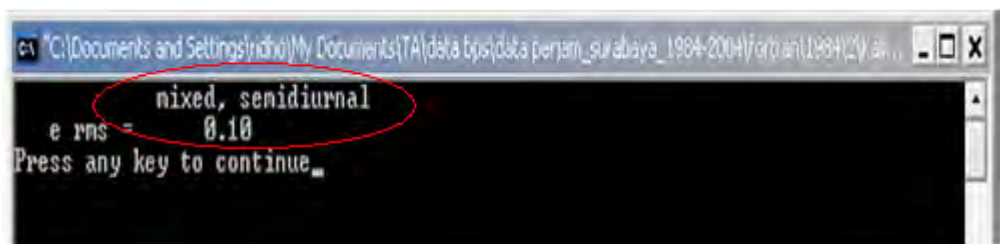
1. $\hat{\pi}_0(x)$: Peluang terjadinya bencana banjir = 12,11%
2. $\hat{\pi}_1(x)$: Peluang terjadinya bencana intrusi air laut = 5.21%
3. $\hat{\pi}_2(x)$: Peluang terjadinya bencana erosi = 3,618%

Maka berdasarkan hasil survey terhadap 31 responden, dapat ditarik kesimpulan bahwa persepsi masyarakat sebesar 12,11 % menunjukkan bahwa peluang terjadinya banjir akibat kenaikan muka air laut lebih besar di bandingkan dengan aspek peluang akibat bencana kenaikan muka air laut lainnya. Sehingga dapat di tarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian, bahwa masalah yang mungkin terjadi akibat kenaikan muka air laut adalah banjir atau biasa disebut banjir rob, dengan peluang kejadian sebesar 12,11%

4.3.2 Analisis Kondisi Pasang Surut Air Laut di wilayah Studi

Pada hasil analisis pasang surut berdasarkan data pasang surut per jam 20 tahunan Bakosurtanal, dengan datum Tanjung Perak Surabaya, tertanggal 1 Januari 1984 hingga 31 desember 2004 kondisi pasang surut Surabaya termasuk pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal tide*) dimana dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat diperairan Indonesia Timur.

Gambar 4.10 Output Hasil Running Fortran



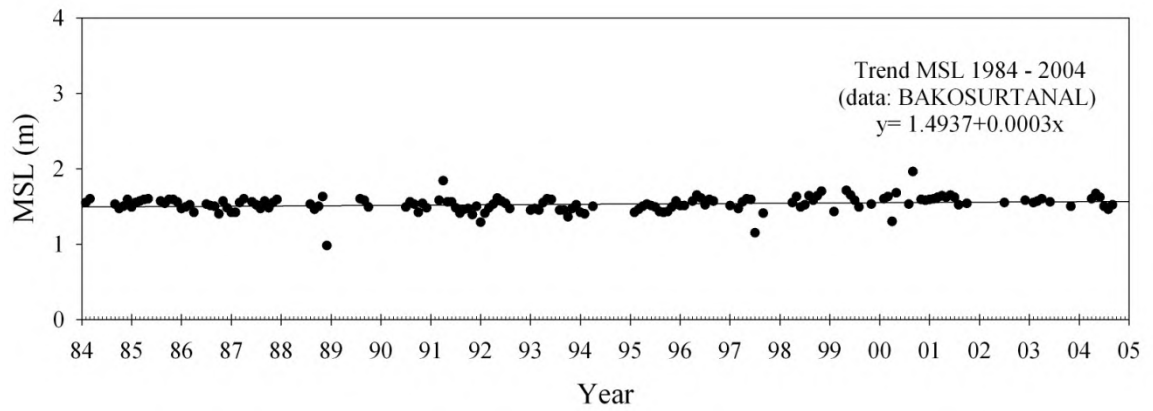
Sumber: Hasil analisis, 2011

Berdasarkan data pasut perjam dengan periode 20 tahun dari Bakosurtanal, kondisi pasang surut air laut di Kawasan Pesisir Surabaya menunjukkan trend adanya kenaikan yang signifikan dengan ditunjukkanya kenaikan muka air laut di Surabaya dengan range 4 - 4.8 mm/tahun. Wilayah studi merupakan kawasan pesisir dan dataran rendah, dengan ketinggian topografi 0-3 m dari permukaan air laut. Sehingga kenaikan muka air laut ini dapat berdampak besar pada masyarakat yang berada pada wilayah pesisir.

4.3.2.1 Pasang Surut Air Laut

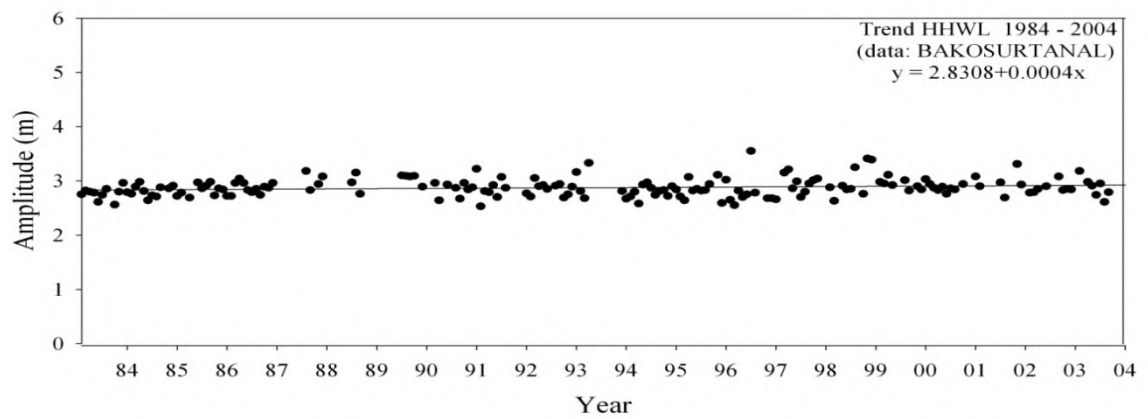
Kecamatan yang termasuk dalam zona pasang surut air laut bagian Surabaya Utara meliputi Kecamatan Benowo, Kecamatan Asemrowo, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Pabean Cantikan Kecamatan Semampir dan Kecamatan Kenjeran berikut ini merupakan trend pasut data bakosurtanal th 1984-2004:

Gambar 4.11 Trend MSL Tahun 1984-2004



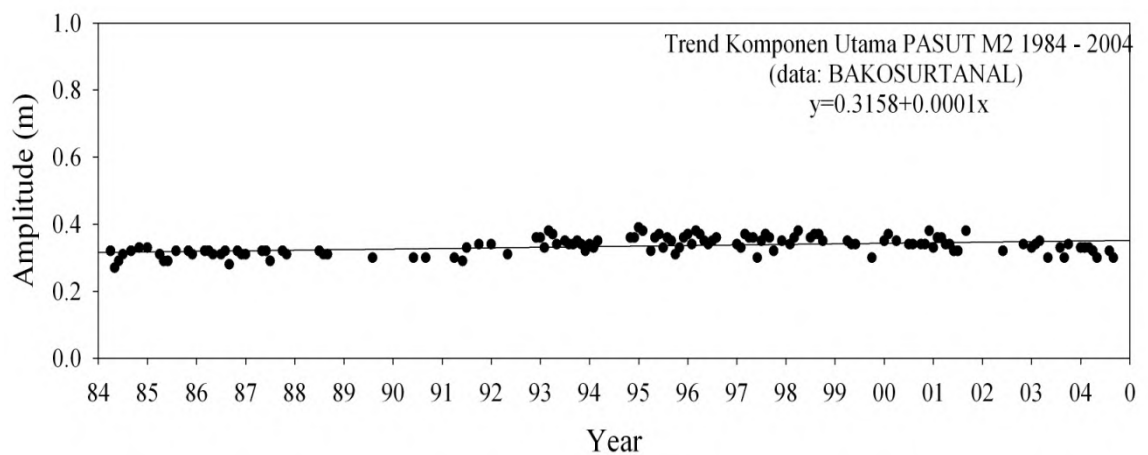
Sumber: Hasil analisis, 2011

Gambar 4.12 Trend HHWL Tahun 1984-2004



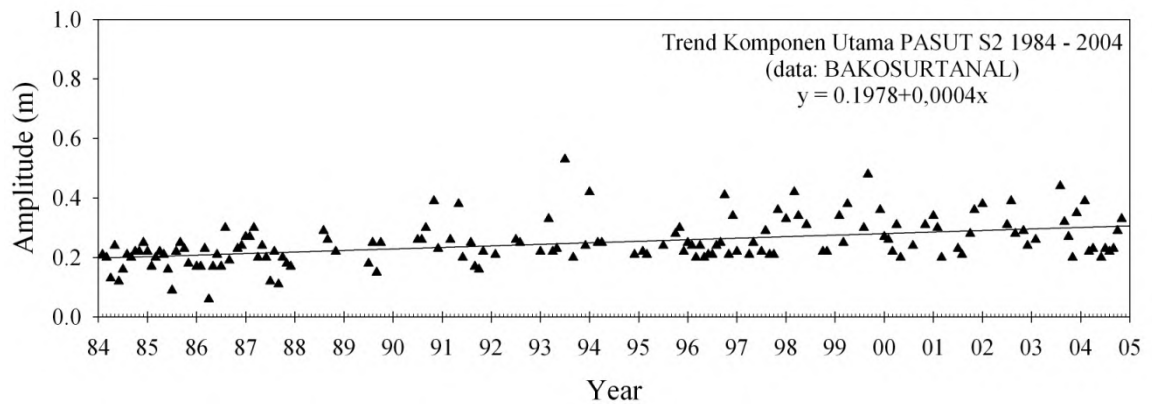
Sumber: Hasil analisis, 2011

Gambar 4.13 Trend Komponen Utama PASUT M2 Tahun 1984-2004



Sumber: Hasil analisis, 2011

Gambar 4.14 Trend Komponen Utama PASUT S2 Tahun 1984-2004



Sumber: Hasil analisis, 2011

Berdasarkan trend kenaikan muka air laut diatas, meunjukkan peningkatan kenaikan air laut sebesar 4.8mm/tahun. Hal ini dapat menimbulkan bahaya yang sangat besar karena kondisi topografi di Surabaya yang cukup rendah dimana dataran surabaya berkisar antara 0-3m di atas permukaan air laut dimana akan ditunjukkan pada Gambar peta 4.7.

Tabel 4.21 Prediksi Trend kenaikan Muka Air Laut

No	Pasut	trend kenaikan muka air laut	Kenaikan muka air laut (mm/th)	Posisi kenaikan muka air laut (m)			
				2010	2050	2080	2100
1	MSL	$y = 1.4937 + 0.0003x$	4mm/th	1.588	1.732	1.84	1.912
2	M2	$y = 0.3158 + 0.0001x$	1mm/th	0.3471	0.3962	0.4311	0.455
3	S2	$y = 0.3158 + 0.0001x$	4.8mm/th	0.323	0.515	0.659	1.038
4	HHWL	$y = 2.8308 + 0.0004x$	4.8mm/th	2.956	3.148	3.292	3.388

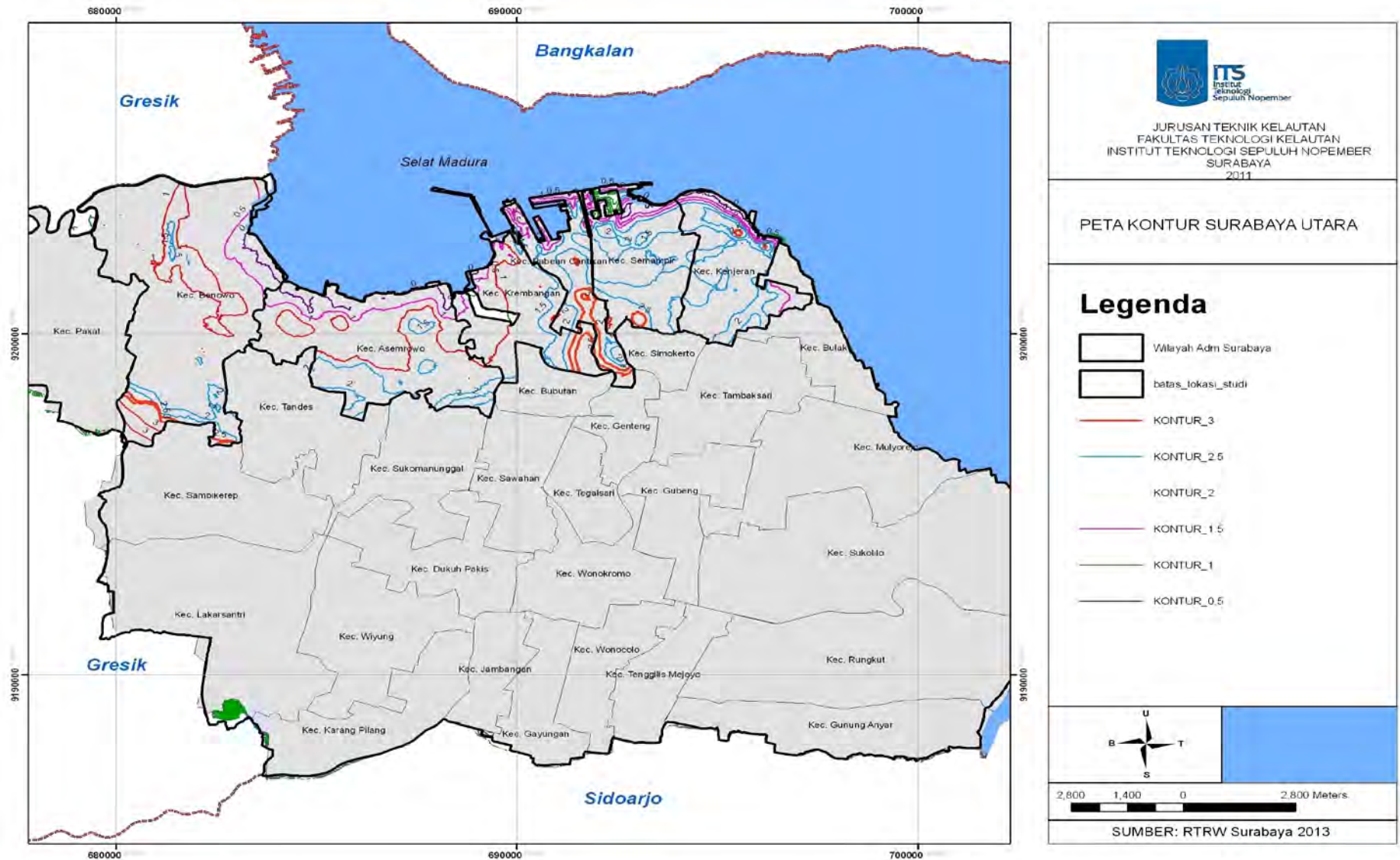
Sumber: Hasil analisis, 2011

Tabel 4.22 Prediksi kenaikan Muka Air Laut hingga 2100

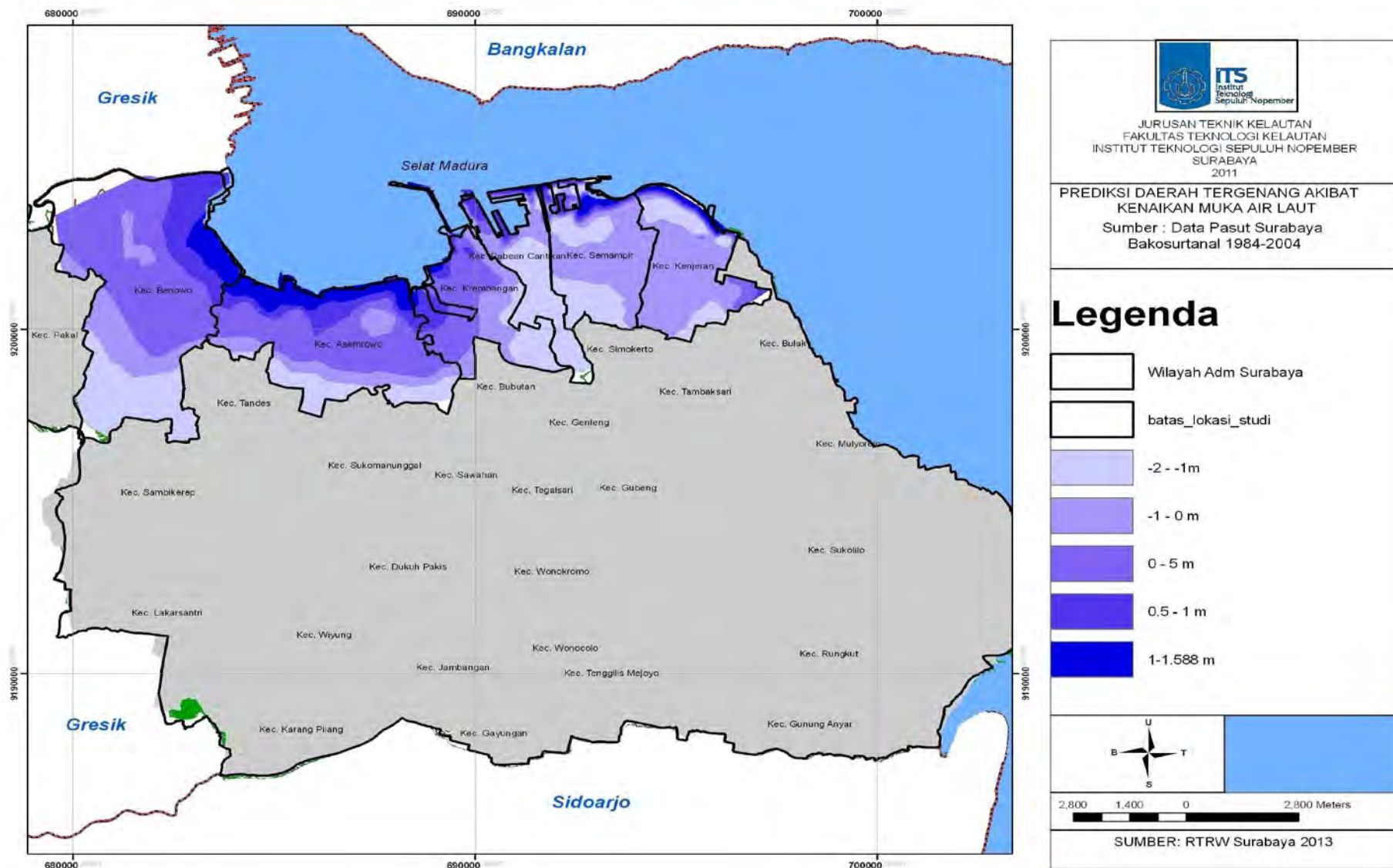
no	Pasut	trend kenaikan muka air laut	Kenaikan muka air laut (mm/th)	Prediksi Kenaikan Muka Air Laut (m)			
				2010	2050	2080	2100
1	MSL	$y = 1.4937 + 0.0003x$	4mm/th	0.094	0.238	0.346	0.418
2	M2	$y = 0.3158 + 0.0001x$	1mm/th	0.031	0.080	0.115	0.139
3	S2	$y = 0.3158 + 0.0001x$	4.8mm/th	0.125	0.317	0.461	0.840
4	HHWL	$y = 2.8308 + 0.0004x$	4.8mm/th	0.125	0.317	0.461	0.557

Sumber: Hasil analisis, 2011

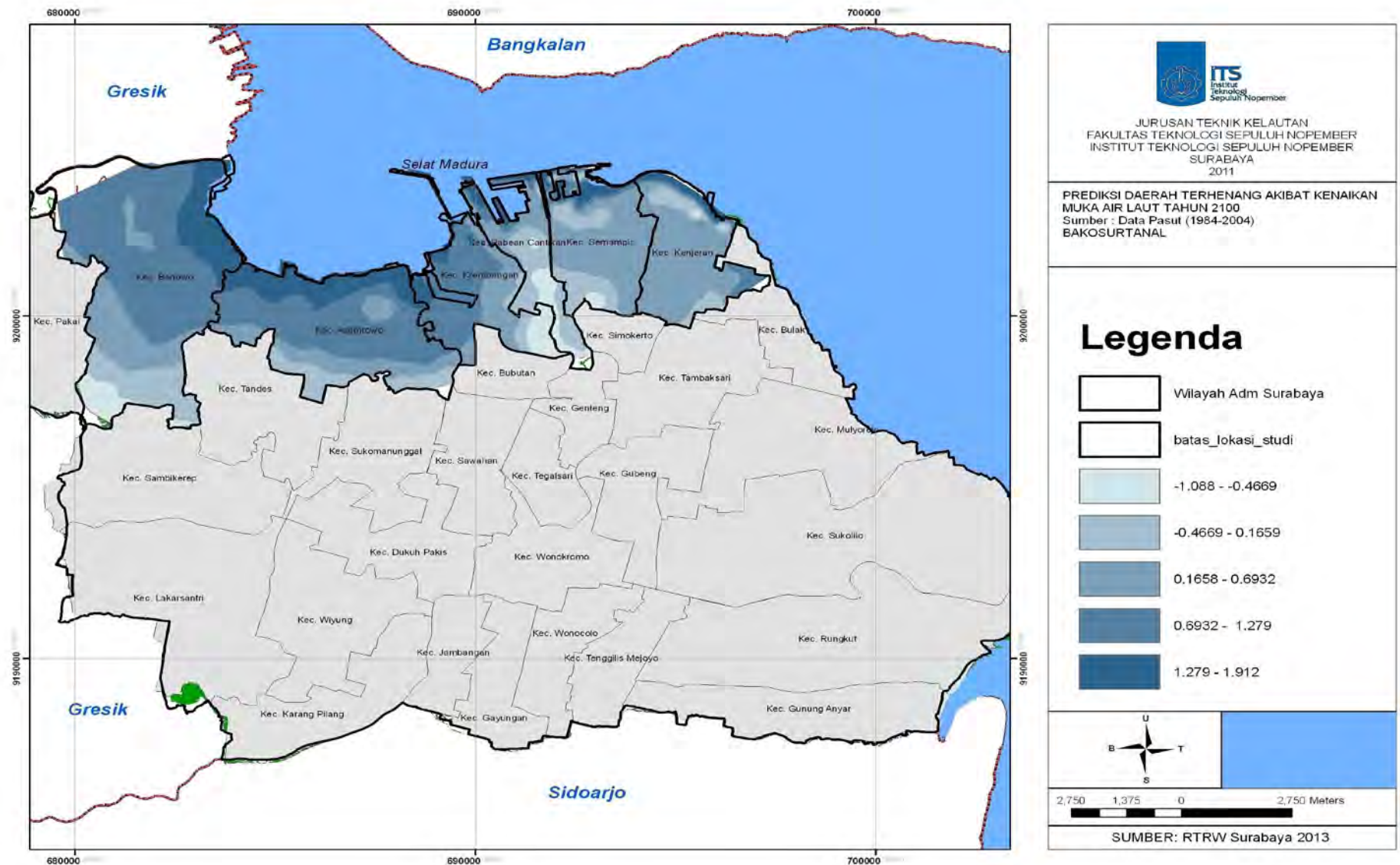
Berikut ini merupakan peta genangan akibat kenaikan air laut yang di tampilkan pada peta kenaikan muka air laut yang di tampilkan pada prediksi peta genangan posisi MSL pada tahun 2010 gambar peta 4.8 dan peta genangan pada tahun 2100 pada gambar peta 4.9



Gambar 4.15 Peta Kontur Wilayah Studi



Gambar 4.16 Peta prediksi daerah tergenang tahun 2010



Gambar 4.17 Peta prediksi daerah tergenang tahun 2100

4.3.3 Analisis Kerentanan Penduduk Terhadap *Sea Level Rise* pada Wilayah Studi

Pada analisis kerentanan ini dilakukan analisis mengenai dampak kenaikan muka air laut terhadap lingkungan dan masyarakat yang telah diprediksi akan mengenai wilayah pesisir Kota Surabaya. Pada kasus ini pendekatan keruangan yang dilakukan yakni didasarkan melalui lingkup administratif kecamatan. Genangan tersebut untuk 100 tahun mendatang diprediksi akan meningkat setinggi 48 cm dari posisi msl tahun 2010 yaitu 1.588 meter dan jangkauannya cukup memprihatinkan dengan wilayah yang terendam cukup luas dan tinggi.

4.3.3.1 Analisa Kerentanan (Vulnerability)

Analisa ini menjelaskan kondisi kondisi faktor hambatan fisik, lingkungan, sosial dan ekonomi yang mengurangi kemampuan untuk siap siaga dalam menghadapi pengaruh ancaman (*hazard*).

Umumnya, walaupun jenis bahaya yang menimpa daerah satu dengan lainnya sama, tetapi memiliki tingkat kerentanan yang berbeda beda, sehingga melibatkan dampak yang berbeda dengan daerah satu dengan lainnya, hal ini dikarenakan kemampuan setiap wilayah untuk menghadi bencana.

Dalam proses overlay terhaap data spasial, dengan membagi setiap kerentanan menjadi 5 kelas yang telah di tentukan, maka dengan mengacu pada jarak interval tersebut jumlah nilai dalam setiap kelas kerentanan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.23 Hasil Output Overlay Arc Map 9.3

No	Kelas Kerentanan	Kerentanan
1	1-1,8	Tidak Rentan
2	1,8-2,6	Rendah
3	2,61-3,4	Sedang
4	3,41-4,2	Tinggi
5	>4.20	Sangat Tinggi

Sumber: Hasil analisis, 2011

4.3.3.2 Analisa Kerentanan Fisik

Analisis kerentanan ini meliputi analisis mengenai kondisi infrastruktur dan non struktur (lingkungan) yang dinilai rentan terhadap kerawanan genangan yang akan terjadi. Adapun beberapa indikator yang akan dianalisis dapat dijabarkan sebagai berikut ini:

Tabel 4.24 Kerentanan Kondisi Fisik (Non Struktur)

KECAMATAN	PARAMETER				TOTAL
	FG	FK	FP	FR	
benowo	3	5	2	1	11
Asemrowo	5	5	2	1	13
krembangan	5	5	2	1	13
Pabean Cantikan	4	5	2	1	12
Semampir	5	5	2	1	13
Kenjeran	3	5	2	1	11

Sumber: Hasil analisis, 2011

Keterangan :

1. FG = Geomorfologi
2. FK = Kenaikan muka air laut relatif mm/tahun
3. FP = Rata rata pasang surut (m)
4. FR = Tinggi gelombang rata rata

Tabel 4.25 Kerentanan Kondisi Fisik (Infrastruktur)

KECAMATAN	PARAMETER				TOTAL
	FB	FT	FJ	FA	
benowo	1	5	5	1	12
Asemrowo	1	5	5	5	16
krembangan	5	5	5	5	20
Pabean Cantikan	5	5	5	5	20
Semampir	5	5	5	5	20
Kenjeran	5	5	5	5	20

Sumber: Hasil analisis. 2011

Keterangan :

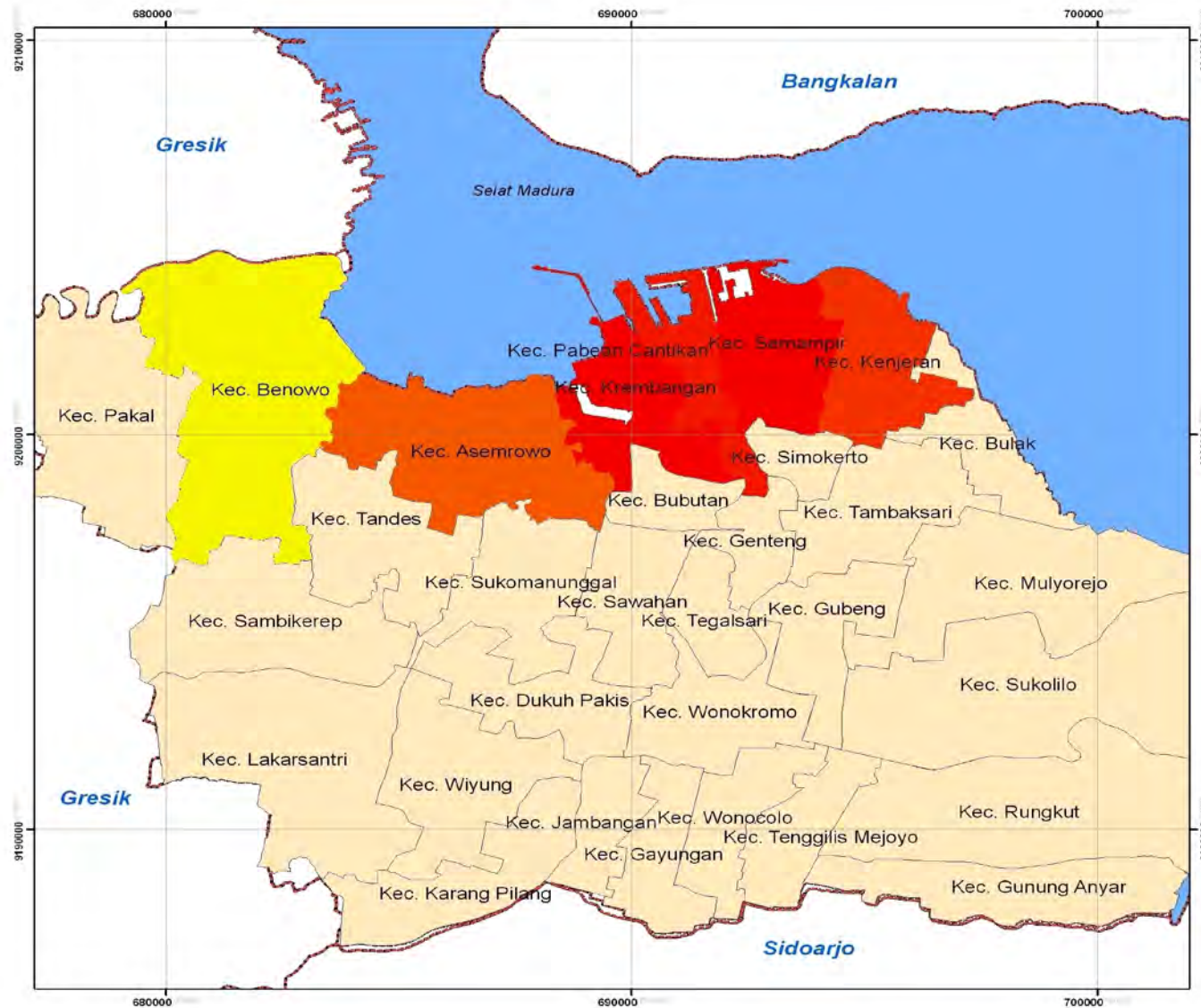
1. FT = Topografi (m)
2. FJ = Jaringan jalan
3. FA = Jaringan air bersih
4. FB = Kawasan terbangun

Berdasarkan analisa diatas maka wilayah Surabaya Utara memiliki indeks kerentanan terhadap kenaikan muka air laut yang sangat tinggi yaitu dengan indeks kerentanan 5.50, Angka yang cukup tinggi, dimana antisipasi dan persiapan mitigasi bencana harus segera di persiapkan, indeks kerentanan tersebut berada di dua wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Semampir dan Kecamatan Krembangan yang di tunjukkan oleh gambar peta 4.10

Tabel 4.26 Kerentanan Kondisi Fisik (Struktur dan Non struktur)

KECAMATAN	FB	FG	FK	FP	FR	FT	FJ	FA	Skor	indeks
Benowo	1	3	5	2	1	5	5	1	23	3.83
Presentase(%)	4.35	13.04	21.74	8.70	4.35	21.74	21.74	4.35		
Asemrowo	1	5	5	2	1	5	5	5	29	4.83
Presentase(%)	3.45	17.24	17.24	6.90	3.45	17.24	17.24	17.24		
krembangan	5	5	5	2	1	5	5	5	33	5.50
Presentase(%)	15.15	15.15	15.15	6.06	3.03	15.15	15.15	15.15		
Pabean Cantikan	5	4	5	2	1	5	5	5	32	5.33
Presentase(%)	15.63	12.50	15.63	6.25	3.13	15.63	15.63	15.63		
Semampir	5	5	5	2	1	5	5	5	33	5.50
Presentase(%)	15.15	15.15	15.15	6.06	3.03	15.15	15.15	15.15		
Kenjeran	5	3	5	2	1	5	5	5	31	5.17
Presentase(%)	16.13	9.68	16.13	6.45	3.23	16.13	16.13	16.13		

Sumber: Hasil analisis, 2011



Gambar 4.18 Peta Kerentanan Kondisi Fisik

4.3.3.3 Analisa Kerentanan Sosial

Analisis kerentanan ini meliputi analisis mengenai kondisi sosial yang dinilai rentan terhadap kerawanan genangan yang akan terjadi. Adapun beberapa indikator yang akan dianalisis dapat dijabarkan sebagai berikut ini:

Tabel 4.27 Kerentanan Kondisi Sosial

KECAMATAN	PARAMETER			TOTAL
	SK	SW	SU	
benowo	1	5	4	10
Asemrowo	1	5	3	9
krembangan	5	5	3	13
Pabean Cantikan	5	5	1	11
Semampir	2	5	5	12
Kenjeran	4	5	2	11

Sumber: Hasil analisis, 2011

Keterangan :

1. SK = Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)
2. SW = Presentase penduduk wanita
3. SU = Presentase usia tua dan balita

4.3.3.4 Analisa kerentanan Ekonomi Wilayah

Analisis kerentanan ini meliputi analisis mengenai kondisi ekonomi yang dinilai rentan terhadap kerawanan genangan yang akan terjadi. Adapun beberapa indikator yang akan dianalisis dapat dijabarkan sebagai berikut ini:

Tabel 4.28 Kondisi Ekonomi

KECAMATAN	PARAMETER		TOTAL
	EU	EK	
benowo	5	1	6
Asemrowo	5	4	9
krembangan	5	1	6
Pabean Cantikan	5	2	7
Semampir	5	4	9
Kenjeran	5	1	6

Sumber: Hasil analisis, 2011

Keterangan :

1. EU = Keberadaan lokasi usaha/ perdagangan
2. EK = Presentase Keluarga Miskin

4.3.3.5 Analisa Kerentanan Sosial Ekonomi

Analisis ini merupakan analisis terhadap kerentanan kondisi sosial dan ekonomi penduduk. Dalam artian bahwa analisis ini dilakukan terhadap kondisi sosial ekonomi yang berpengaruh terhadap kerentanan masyarakat ketika terjadi bencana kenaikan air laut yang diprediksikan pada Tahun 2100.

Analisis ini didasarkan pada variabel-variabel yang telah ditentukan dalam metodologi yakni variabel kepadatan penduduk, pesentase penduduk wanita, presentasi penduduk usia tua dan balita dan dari segi ekonomi tingkat kemiskinan dan keberadaan lokasi usaha dipilih karena kondisi kemiskinan penduduk dan lokasi usaha akan berpengaruh pada cara pandang masyarakat dalam menyikapi bencana yang akan terjadi. Adanya keterancaman terhadap kesejahteraan masyarakat ini tentunya berpengaruh terhadap kondisi sosial ekonomi

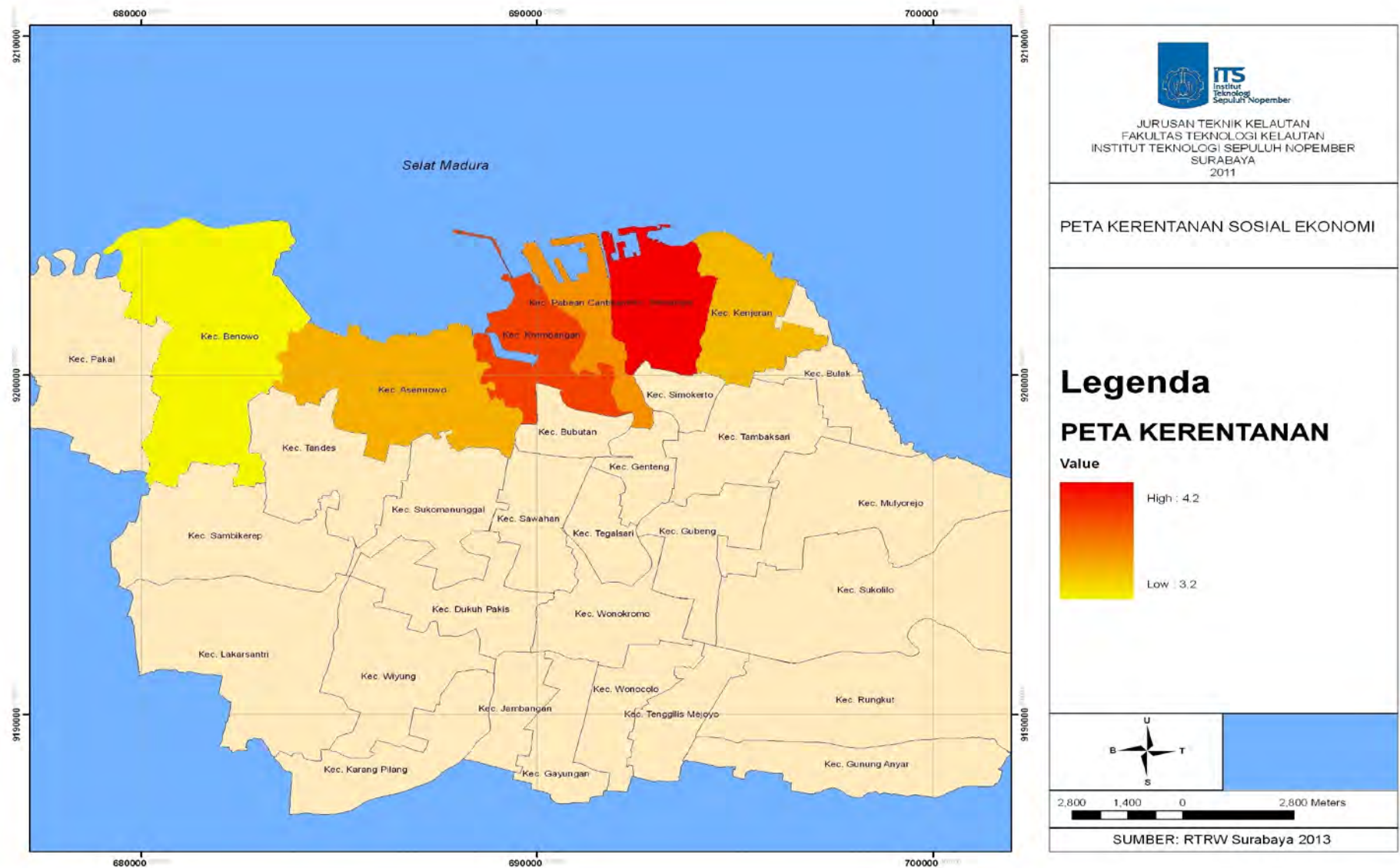
masyarakat. Untuk memperjelas analisis terhadap variabel-variabel tersebut maka akan dijabarkan sebagai berikut ini.

Tabel 4.29 Kondisi Sosial Ekonomi

KECAMATAN	SK	SW	SU	EU	EK	Total skoring	Indeks kerentanan
benowo	1	5	4	5	1	16	3.2
Presentase(%)	0.06	0.31	0.25	0.31	0.06		
Asemrowo	1	5	3	5	4	18	3.6
Presentase(%)	0.06	0.28	0.17	0.28	0.22		
krembangan	5	5	3	5	1	19	3.8
Presentase(%)	0.26	0.26	0.16	0.26	0.05		
Pabean Cantikan	5	5	1	5	2	18	3.6
Presentase(%)	0.28	0.28	0.06	0.28	0.11		
Semampir	2	5	5	5	4	21	4.2
Presentase(%)	0.10	0.24	0.24	0.24	0.19		
Kenjeran	4	5	2	5	1	17	3.4

Sumber: Hasil analisis, 2011

Berdasarkan analisa diatas maka wilayah Surabaya Utara memiliki indeks kerentanan terhadap kenaikan muka air laut yang sangat tinggi yaitu dengan indeks kerentanan 4.2, Angka yang cukup tinggi, dimana antisipasi dan persiapan mitigasi bencana harus segera di persiapkan, indeks kerentanan tersebut berada di salah satu dari enam wilayah yang ditinjau, yaitu Kecamatan Semampir, dimana berdasarkan data yang dihimpun dari beberapa sumber, menyatakan bahwa kecamatan Semampir merupakan kecamatan paling terbelakang dan termiskin di Surabaya. Kesuluruhan indeks kerentanan pada kondisi sosial ekonomi ditunjukkan oleh peta kerentanan pada gambar peta 4.11



Gambar 4.19 Peta Kerentanan Kondisi Sosial ekonomi

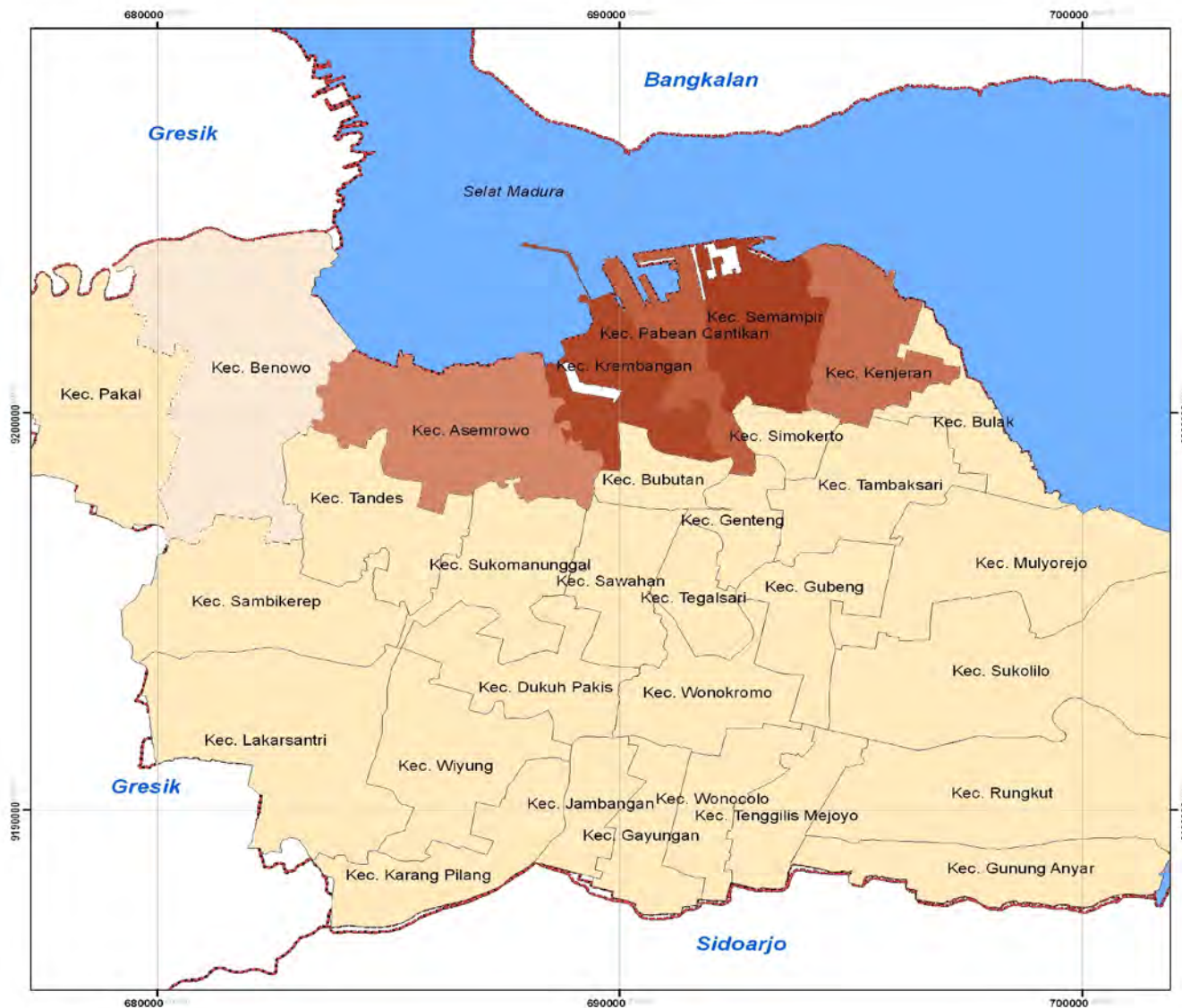
4.3.3.6 Analisa Kerentanan Kseseluruhan

Tabel 4.30 Indeks Kerentanan Keseluruhan

KONDISI FISIK	FB	FG	FK	FP	FR	FT	FJ	FA	SK	SW	SU	EU	EK	Total Skoring	indeks kerentanan
Benowo	1	3	5	2	1	5	5	1	1	5	4	5	1	39	3.00
Presentase(%)	2.56	7.69	12.82	5.13	2.56	12.82	12.82	2.56	2.56	12.82	10.26	12.82	2.56		
Asemrowo	1	5	5	2	1	5	5	5	1	5	3	5	4	47	3.62
Presentase(%)	2.13	10.64	10.64	4.26	2.13	10.64	10.64	10.64	2.13	10.64	6.38	10.64	8.51		
krembangan	5	5	5	2	1	5	5	5	5	5	3	5	1	52	4.00
Presentase(%)	9.62	9.62	9.62	3.85	1.92	9.62	9.62	9.62	0.26	0.26	0.16	0.26	0.05		
Pabean Cantikan	5	4	5	2	1	5	5	5	5	5	1	5	2	50	3.85
Presentase(%)	10.00	8.00	10.00	4.00	2.00	10.00	10.00	10.00	0.28	0.28	0.06	0.28	0.11		
Semampir	5	5	5	2	1	5	5	5	2	5	5	5	4	54	4.15
Presentase(%)	9.26	9.26	9.26	3.70	1.85	9.26	9.26	9.26	0.10	0.24	0.24	0.24	0.19		
Kenjeran	5	3	5	2	1	5	5	5	4	5	2	5	1	48	3.69
Presentase(%)	10.42	6.25	10.42	4.17	2.08	10.42	10.42	10.42	8.33	10.42	4.17	10.42	2.08		

Analisis ini merupakan analisis terhadap keseluruhan kondisi kerentanan meliputi kondisi fisik, sosial, dan ekonomi pada wilayah studi. Dalam hal ini berarti bahwa analisis ini dilakukan terhadap kondisi yang berpengaruh terhadap kerentanan masyarakat ketika terjadi bencana kenaikan air laut yang diprediksi dari tahun 2010. Kerentanan ini merupakan hasil penjumlahan dan overlay dari beberapa kerentanan diatas, analisis ini didasarkan pada variabel-variabel yang telah ditentukan dalam metodologi yakni 13 variabel kerentanan. Variabel-variabel ini dianalisis karena akan berpengaruh pada saat bencana yang diprediksikan akan terjadi. Adanya keterancaman ini tentunya berpengaruh terhadap kondisi fisik, sosial, ekonomi masyarakat. Atas dasar klasifikasi kerentanan total maka dapat ditentukan tingkat kerentanan total yang ada di Wilayah Pesisir Kota Surabaya. Berdasarkan pada hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa pada keseluruhan wilayah studi untuk kerentanan total terdiri atas kerentanan sedang hingga sangat tinggi. Kerentanan tertinggi berada pada di Kecamatan Semampir dengan indeks kerentanan sebesar 4.15, dimana merupakan indeks kerentanan dengan tingkat yang sangat tinggi, maka dari itu diperlukan antisipasi/mitigasi bencana sebagai upaya untuk meminimalisir bencana *sea level rise* ini.

Kondisi kerentanan tersebut dirinci pada masing-masing wilayah pesisir terjabar dalam Tabel 4.30 dan untuk memperjelas analisis terhadap variabel-variabel tersebut maka di itrepetasikan pada peta kerentanan 4.20 pada halaman selanjutnya.



Gambar 4.20 Peta Kerentanan Wilayah Studi



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Kenaikan Muka Air Laut

FK

- 1. Tidak Rentan
- 2. rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Rata rata Pasang Surut

FP

- | | |
|---|------------------|
|  | 1. Tidak Rentan |
|  | 2. rendah |
|  | 3. Sedang |
|  | 4. Tinggi |
|  | 5. Sangat Tinggi |



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Topografi

FT

- 1. Tidak Rentan
- 2. rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Jaringan Air Bersih

FA

- | | |
|---|------------------|
|  | 1. Tidak Rentan |
|  | 2. rendah |
|  | 3. Sedang |
|  | 4. Tinggi |
|  | 5. Sangat Tinggi |



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Tinggi Gelombang rata rata

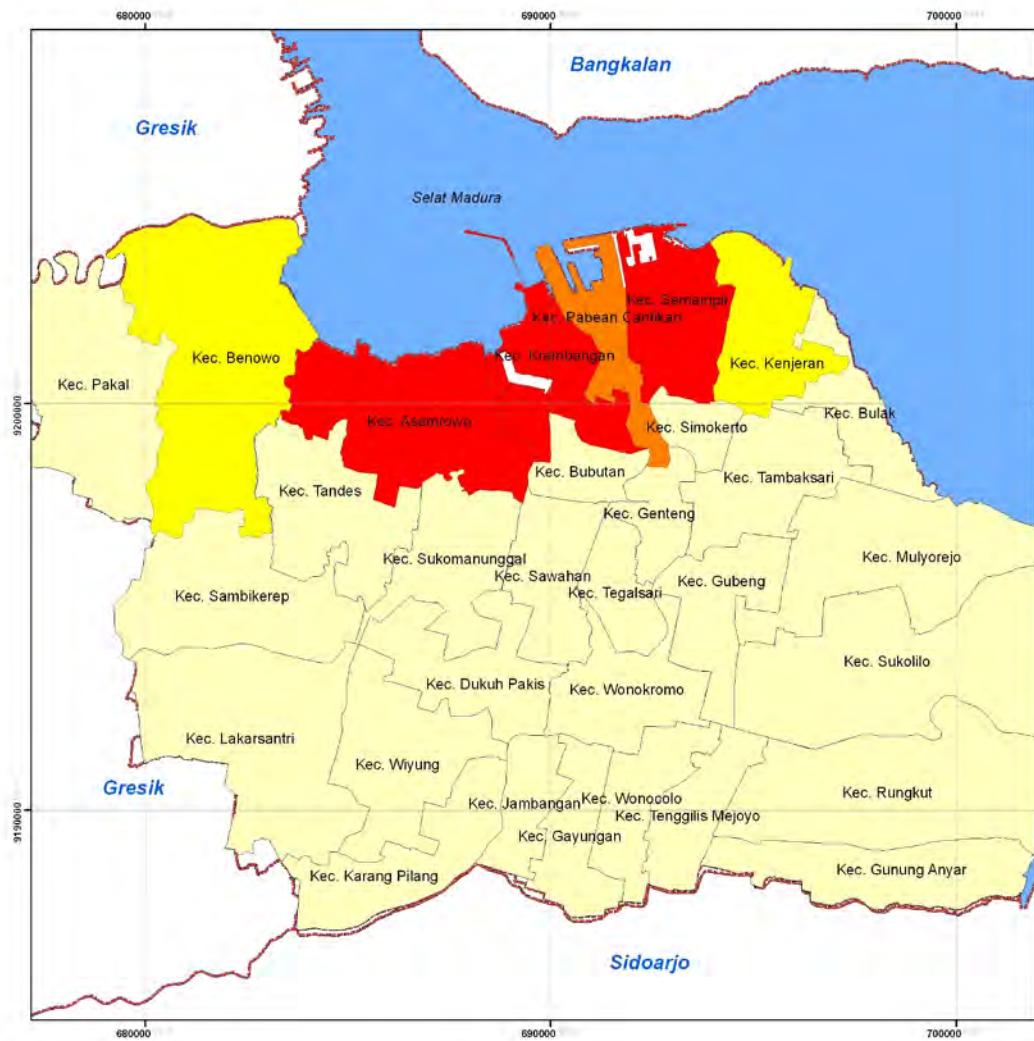
FR

- 1. Tidak Rentan
- 2. rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

geomorfologi

FG

- 1. Tidak Rentan
- 2. rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Jaringan Jalan

FJ

- | | |
|--|------------------|
| | 1. Tidak Rentan |
| | 2. rendah |
| | 3. Sedang |
| | 4. Tinggi |
| | 5. Sangat Tinggi |



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN
KONDISI FISIK

Legenda

Kawasan Terbangun

FB

- | | |
|--|------------------|
| | 1. Tidak Rentan |
| | 2. rendah |
| | 3. Sedang |
| | 4. Tinggi |
| | 5. Sangat Tinggi |



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN EKONOMI
KEBERADAAN LOKASI USAHA ATAU PRODUKSI
(EU)

Legenda

Keberadaan Lokasi Usaha atau Produksi
(EU)

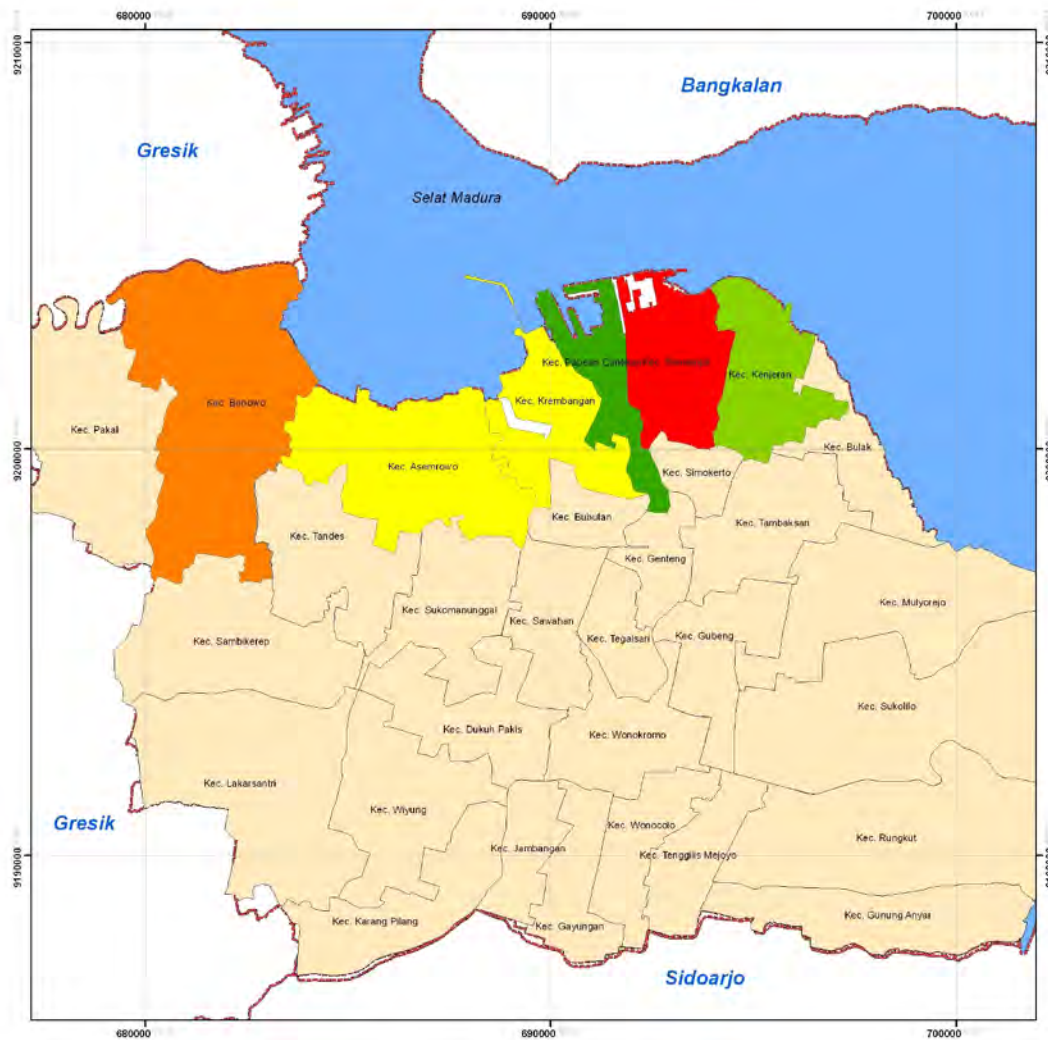
- 1. Tidak rentan
- 2. Rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013





JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

PETA KERENTANAN SOSIAL
PRESENTASE USIA TUA DAN BALITA
(SU)

Legenda

Presentase Usia Tua dan Balita
(SU)

- 1. Tidak rentan
- 2. Rendah
- 3. Sedang
- 4. Tinggi
- 5. Sangat Tinggi



2,800 1,400 0 2,800 Meters

SUMBER: RTRW Surabaya 2013

DAFTAR PUSTAKA

- Asia Pacific Network (APN), proceeding seminar nasional: *increasing capacity of local scientists for climate change impact & vulnerability assessment on Indonesia archipelago*, delamer hotel, puncak Indonesia, 2010
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana, Proceeding Seminar Nasional: *Pengaruh Global Warming terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil ditinjau dari kenaikan permukaan air laut dan banjir*, Jakarta, 30-31, Oktober 2005
- Bengen, D.G. 2001. *Synopsis of Coastal and Marine Ecosystem and Resources*. Center for Coastal and Marine Resources Study, Bogor Agricultural University (IPB). 62pp.
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana (2007), *Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*, Editor: Triutomo, Sugeng, Widjaja, B. Wisnu, Amri, M.Robi, Jakarta.
- Coburn et al, 1994, *Disaster Mitigation*, UNDP, Cambridge Architectural Research Limited
- Dahuri, dkk., *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*, Pradnya Paramita, Bogor, 2001.
- Diposaptono, Subandono. 2005. "Bencana Alam (Penekanan Pada Bencana Air)". Available at: www.ppk.itb.ac.id. Diakses pada 15 Februari 2010
- Departemen Dalam Negeri, 2007. Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana. 2007. "*Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*". Available at: www.bakornaspb.go.id. Diakses pada 15 Februari 2010.
- Harvey, N.,M. Rice and L. Stephenson, 2004: *Global Change Coastal Zone Management Synthesis Report*. Asia-Pacific Network for Global Change Research, APN Secretariat, Chuo-ku, Kobe, 37 pp.
- Kay, R., dan Alder J., (1999). *Coastal Planning and Management*, E & FN Spon, London.
- P3O-LIPI, 1991, *Studi Perubahan Muka Air Laut*, Jawa Tengah, Balai Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Miladan, Nur, *kajian kerentanan wilayah pesisir kota semarang terhadap perubahan iklim*, Thesis, Universitas Diponegoro, 2009.
- Mimura, N. and Hideo Harasawa (Eds.), *Data Book of Sea-Level Rise 2000*, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, Environmental Agency of Japan, 2000.

- IPCC (2007). *The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, *Cambridge University Press*.
- Rachmat, A. 2006. "Manajemen dan Mitigasi Bencana". Available at: www.solaas.com.as. Diakses pada 15 Februari 2010
- Susandi, A, *The impact of international greenhouse gas emissions reduction on Indonesia*. Report on Earth System Science, Max Planck Institute for Meteorology, Jerman, 2004.
- Sofian, I, K. Kozai, and T. Ohsawa, (2008), Investigation on the relationship between wind-induced volume transport and mean sea level in the Java Sea using an oceanic general circulation model, *J. Met. And Ocean. Soc. of Japan, Umitosora*, 84:1-17.
- Timmermann, A., M. Latif, A. Bacher, J. Oberhuber, E. Roeckner, 1999, *Increased El-Niño*, *Nature*, 398, 694-696.
- Undang-Undang No. 27 Tahun 2007. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. 2006. "Potret Kerusakan Lingkungan Pesisir Jawa". Available at: www.unfccc.int. Diakses pada 15 Februari 2010
- Zubaidah, S *Identifikasi kerugian kawasan pantai akibat kenaikan muka air laut*, Puslitbang Permukiman, Tim Peneliti ITB, 1990.

BIODATA PENULIS



Ridho Kusuma Budiarto, lahir di Surabaya 10 Nopember 1989. Anak pertama dari 3 bersaudara ini menempuh pendidikan formal TK sampai dengan SMA di Surabaya hingga tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Kelautan (2007-2011), Fakultas Teknologi Kelautan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama perkuliahan, penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan maupun ekstrakurikuler kampus, dan juga menjalani studi S1 Akuntansi, Fakultas Ekonomi - Universitas Airlangga. Berbagai pelatihan dan seminar pernah diikutinya dalam rangka untuk pengembangan dirinya. Pada Juli 2011 penulis menyelesaikan tugas akhirnya dengan judul **STUDI KERENTANAN PENDUDUK PESISIR KOTA SURABAYA TERHADAP ANCAMAN SEA LEVEL RISE (STUDI KASUS KECAMATAN BENOWO - KECAMATAN KENJERAN SURABAYA)**”, dimana permasalahan yang diangkat oleh penulis mengacu kepada salah satu bidang keahlian di Jurusan Teknik Kelautan.